BUGBOOK®
Continuing Education Series

edited by
Larsen, Titus, Titus & Rony

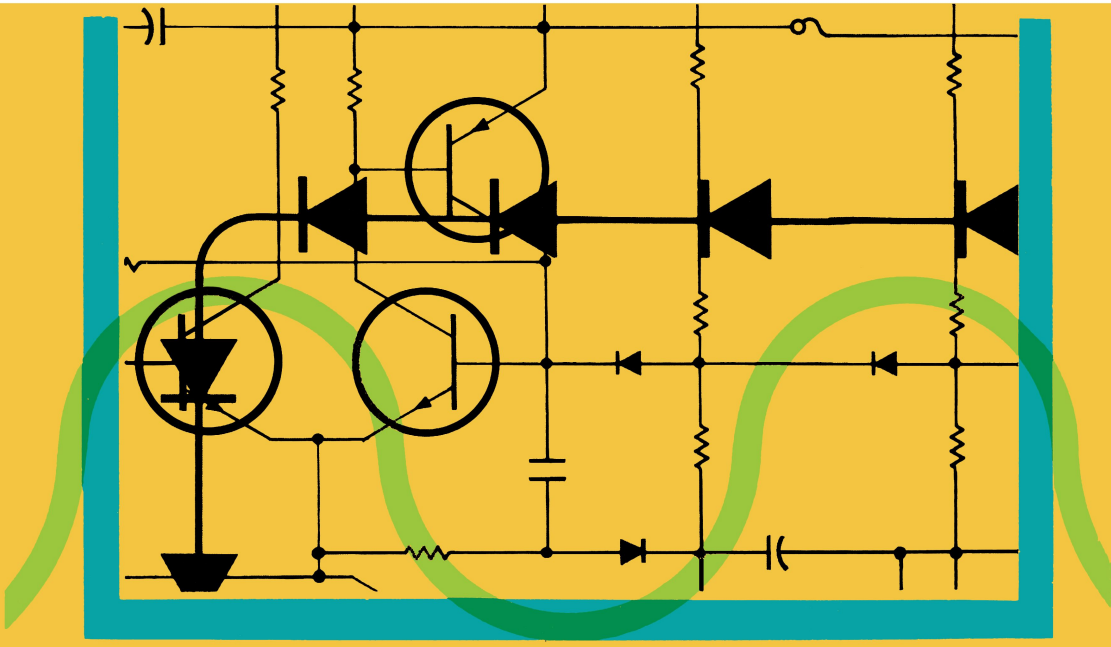
CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

CON ESPERIMENTI

EDIZIONE ITALIANA

a cura del
Technical
Education Department
Marketing
Education and
Publications Division
The National
Cash Register Co.

JACKSON ITALIANA EDITRICE



BUGBOOK®
Continuing Education Series

edited by
Larsen, Titus, Titus & Rony

CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE
CON ESPERIMENTI

NCR

a cura del
Technical Education Department
Marketing Education and
Publications Division
The National Cash Register Co.

Versione Italiana di
Vincenzo Monaco
e
Lino Casamatti

JACKSON ITALIANA EDITRICE S.r.l.
Piazzale Massari, 22 — 20125 Milano

© Copyright 1978
per l'edizione originale
The National Cash Register Co.
Dayton, Ohio (USA).

© Copyright 1979
per la versione italiana
Jackson Italiana Editrice S.r.l.
Piazzale Massari, 22 - 20125 Milano

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta, posta in sistemi di archiviazione, trasmessa in qualsiasi forma o mezzo, elettronico, meccanico, fotocopiatura, ecc., senza l'autorizzazione scritta del The National Cash Register Co.
Il contenuto di questo libro è stato scrupolosamente controllato ed è completamente affidabile. Tuttavia, non si assume alcuna responsabilità per eventuali imprecisioni od omissioni.

Prima edizione 1980

Stampato in Italia da

Grafica Pirovano - Via Varese 6 - S. Giuliano Milanese

PREFAZIONE

Bugbook® è un marchio registrato della E&L Instruments, Inc. di Derby, Connecticut.
Esso è relativo ad una serie di libri concepiti e realizzati per un approccio di tipo sperimentale ai problemi di elettronica. I libri di questa serie, in continua espansione, comprendono:

Bugbook I° & II° — Principi di elettronica digitale con esercizi applicativi ed uso pratico dei circuiti integrati della serie 7400.
Bugbook II°A — Tecniche di comunicazione asincrone digitali. UART e loops di corrente 20 mA, con esperimenti.
Bugbook III° — Interfacciamento e programmazione del microprocessore 8080.
Bugbook IV° — Chip d'interfaccia 8255 (in preparazione).
Bugbook V° & VI° — Introduzione ai micro con ripasso dei concetti base di elettronica digitale. Programmazione e interfacciamento dell'8080A, con esperimenti ed esercizi.
Bugbook VII° — Interfacciamento dei microcomputer coi convertitori analogici: software e hardware, con esperimenti.
Bugbook VIII° — Sulla programmazione dei micro 8080 e 8085

e i seguenti testi della serie **"Bugbook Reference Series"**:

- Il timer 555, funzionamento, applicazioni ed esperimenti
- La progettazione dei filtri attivi, con esperimenti
- DBUG: un debugger interpretativo per l'8080
- La progettazione degli amplificatori operazionali, con esperimenti
- Corso di elettronica di base della NCR, con esperimenti
- Elementi di trasmissione dati (a cura della NCR)
  Phase locked loops, con esperimenti.

Ciò che maggiormente caratterizza i Bugbooks® sono la chiarezza di esposizione e la descrizione dettagliata degli esperimenti, appositamente studiati per fornire allo studioso la possibilità di una verifica sperimentale dei temi trattati. I Bugbooks® integrano infatti teoria e sperimentazione e sono tra i pochissimi testi che garantiscono un tipo di istruzione programmata sui concetti fondamentali dell'elettronica. Essi descrivono l'utilizzazione pratica di circuiti integrati sia lineari che digitali, spiegano come interfacciare un microcomputer basato sull'8080, come memorizzare, provare ed eseguire programmi su questo microcomputer. L'esperienza ci conferma che questi libri sono di grande aiuto per coloro che desiderano partecipare alla "rivoluzione dell'elettronica" attualmente in atto, disponendo di tempo limitato e impiegando minimo sforzo e minima spesa.
Siamo quindi particolarmente lieti di presentare questo corso, realizzato dalla NCR, sull'elettronica di base con esperimenti. E' un testo di elettroni-

ca elementare in cui la sperimentazione va di pari passo con la teoria, ed è scritto particolarmente bene e in modo molto chiaro. Esso descrive i concetti base essenziali per comprendere il funzionamento dei trasduttori, delle apparecchiature di controllo, degli alimentatori e di molti altri dispositivi analogici. E' questo testo che ci ha guidato nella stesura dei Bugbooks I° e II°.
In questo libro sono trattati i seguenti argomenti: concetti base dell'elettricità, struttura atomica, corrente elettrica, conduttività e resistività, simboli schematici e identificazione di componenti; cenni sugli strumenti fondamentali; la legge di Ohm; circuiti serie, circuiti parallelo, circuiti serie-parallelo; condensatori e capacità; bobine, correnti alternate e trasformatori; diodi e circuiti applicativi; transistori e circuiti applicativi, polarizzazione, amplificatori in classe A e C.
Ciascun argomento viene svolto secondo i suoi principi base e vengono descritte le applicazioni pratiche in circuiti reali. Durante lo studio è possibile rendersi conto del grado di apprendimento raggiunto, rispondendo ai relativi test. Gli esperimenti di laboratorio impiegano le stesse tecniche di breadboarding e lo stesso zoccolo universale SK-10 della E&L Instruments, già utilizzato nei precedenti Bugbooks.
Questo libro è adatto sia per studi autodidattici che come libro di testo scolastico.
Per noi è stato un grande piacere collaborare con la NCR Corporation, che dispone di splendide attrezzature didattiche nel suo Sugar Camp, sito a Dayton, Ohio. Siamo particolarmente riconoscenti a Mr. Russ Paquin, coordinatore delle pubblicazioni tecniche per il marketing della NCR, il cui entusiasmo e valido supporto ci hanno consentito di aggiungere questo bel libro alla collana dei Bugbooks.
Desideriamo ringraziare Mr. Gary Oliwa per lo splendido lavoro di supervisione agli esperimenti, inteso ad utilizzare componenti facilmente reperibili sul mercato.
I Bugbooks hanno riscosso un notevole successo negli Stati Uniti e all'estero. Alcuni di essi sono stati tradotti in Italiano, Tedesco, Giapponese e Malese. Allo stesso modo i nostri corsi sui microcomputer e l'elettronica digitale, che pure hanno riscosso notevole successo negli Stati Uniti, vengono ora richiesti e organizzati in altri paesi. Questa nostra attività si inquadra in quella del Continuing Education Center and Extension Division del Virginia Polytechnic Institute & State University, per cui potrete richiedere ulteriori informazioni al Dr. Norris H. Bell, presso l'Università, o telefonando negli USA al numero (703) 951-9030.
In Italia l'attività della Continuing Education è stata iniziata e condotta con successo ad opera della MICROLEM divisione didattica, Via C. Monteverdi 5, 20131 MILANO Tel. (02) 27 10 465, che, oltre a collaborare strettamente con i maggiori editori europei per la pubblicazione dei Bugbooks, organizza corsi brevi sui microcomputer con la nostra collaborazione ed il nostro diretto intervento.

David G. Larsen, Peter R. Rony, Jonathan A. Titus, and Christopher A. Titus
"The Blacksburg Group"
Blacksburg, Virginia 24060

INTRODUZIONE ALL'EDIZIONE ITALIANA

L'esigenza di un libro di elettronica di base che, attraverso chiari esperimenti, consentisse di verificare i contenuti di una esposizione teorica altrettanto chiara, ci sembra pienamente soddisfatta da questo testo, realizzato dal Technical Education Departement della National Cash Register e pubblicato in Italia dal Gruppo Editoriale Jackson Italiana.

Questo corso di elettronica di base si rivolge in special modo agli studenti degli Istituti Tecnici e Professionali ad indirizzo elettronico ed in generale a tutti gli autodidatti. Esso si inserisce idealmente a monte dei Bugbook I° e II° introducendo lo studioso alla teoria elettronica elementare e portandolo sino alla soglia dei circuiti integrati. Perciò esso ha accolto ampi consensi fra gli insegnanti di Elettronica fin dalla sua edizione originale americana.
Ci auguriamo che anche questa edizione italiana venga particolarmente apprezzata dai docenti che decideranno di raccomandarne l'eventuale adozione.

Vorremmo dare infine un suggerimento a quei docenti che ne consigliassero l'adozione come testo per un corso di laboratorio: la condizione ideale di lavoro sarebbe con allievi a gruppi di due, mettendo a disposizione di ogni gruppo un'apparecchiatura corredata di tutti i componenti, come consigliato nel testo.

MICROLEM Divisione didattica *Milano, 1980*

SOMMARIO

PREFAZIONE III

INTRODUZIONE ALL'EDIZIONE ITALIANA V

INTRODUZIONE AL CORSO X

Tests Iniziali X
Tests Finali X
Obiettivi X
Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale XI
Ripasso XI
Test Finale di Elettronica Fondamentale XI

ASSISTENZA TECNICA XII

ATTREZZATURA RICHIESTA XII

GUIDA ALLO STUDIO XII

CAPITOLO 1 – FONDAMENTI DI ELETTRICITA'

Test iniziale 1-1
Introduzione 1-6
Obiettivi 1-6
Che cos'è l'Elettricità 1-7
La Teoria dell'Elettrone 1-7
Struttura Atomica 1-7
Flusso Elettronico 1-9
Sorgenti di Elettricità 1-10
Forza Elettro-Motrice 1-11
Conducibilità e Resistenza 1-12
Circuiti 1-15
Resistenza 1-17
Tests Finali 1-21

CAPITOLO 2 – IDENTIFICAZIONE DI SCHEMI E COMPONENTI

Test iniziale 2-1
Introduzione 2-5

Obiettivi 2-5
Schemi 2-5
Resistori 2-11
Il Resistore a Carbone 2-14
Tests Finali 2-21

CAPITOLO 3 – KIT PER ESPERIMENTI DI ELETTRONICA FONDAMENTALE, TESTER ED OSCILLOSCOPI

Introduzione 3-1
Obiettivi 3-1
Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale 3-1
Regole basilari per Approntare gli Esperimenti 3-7
Istruzioni per gli Esperimenti 3-7
Il Tester 3-8
Oscilloscopio 3-9
Elenco dei Componenti 3-9
Elenco dei Materiali e degli Attrezzi 3-11

CAPITOLO 4 – LEGGE DI OHM

Test Iniziale 4-1
Introduzione 4-5
Obiettivi 4-5
Requisiti Iniziali 4-5
Legge di Ohm 4-5
Potenza Elettrica 4-17
Stima dei Valori 4-21
Esperimenti 4-21
Tests Finali 4-32

CAPITOLO 5 – CIRCUITI SERIE

Test Iniziale 5-1
Introduzione 5-5
Obiettivi 5-5
Circuiti Serie 5-5
Metodo Proporzionale 5-13
Esperimenti 5-14
Tests Finali 5-25

CAPITOLO 6 – CIRCUITI PARALLELO

Test Iniziale 6-1
Introduzione 6-5

Obiettivi 6-5
Requisiti Iniziali 6-6
Caratteristiche di un Circuito Parallelo 6-6
Stima dei valori 6-18
Esperimenti 6-21
Tests Finali 6-29

CAPITOLO 7 – CIRCUITI SERIE E PARALLELO

Test Iniziale 7-1
Introduzione 7-5
Obiettivi 7-5
Ripasso della Legge di Ohm, dei Circuiti Serie, e dei Circuiti Parallelo 7-5
Circuiti Serie-Parallelo 7-15
Circuiti di Blocco (Clamping) 7-21
Esperimenti 7-25
Tests Finali 7-31

CAPITOLO 8 – CAPACITA'

Test Iniziale 8-1
Introduzione 8-5
Obiettivi 8-5
Che Cos'è un Condensatore? 8-6
Come Funziona un Condensatore 8-6
Capacità 8-7
Condensatori in Serie ed in Parallelo 8-10
Uso dell'Oscilloscopio - Esperimenti 8-13
Costanti di Tempo 8-25
Come Vengono Usati i Condensatori? 8-42
Tests Finali 8-48

CAPITOLO 9 – BOBINE, CORRENTE ALTERNATA E TRASFORMATORI

Test Iniziale 9-1
Introduzione 9-5
Obiettivi 9-5
Bobine 9-6
Corrente Alternata 9-8
Trasformatori 9-11
Tests Finali 9-17

CAPITOLO 10 – DIODI

Test Iniziale 10-1
Introduzione 10-6
Obiettivi 10-6
Simbolo del diodo 10-7
Funzionamento di un Diodo - la Giunzione P-N 10-8
Caratteristiche di Tensione e Corrente 10-11
Polarizzazione Inversa 10-15
Costruzione del Diodo 10-16
Diodo di Blocco 10-20
Circuiti Logici 10-27
Diodi Zener 10-34
Raddrizzamento 10-40
Sommario 10-42
Tests Finali 10-43

CAPITOLO 11 – TRANSISTORI

Test Iniziale 11-1
Introduzione 11-6
Obiettivi 11-6
Transistori 11-7
Tipi di Transistori 11-8
Polarizzazione del Transistore 11-8
Controllo in corrente 11-23
Circuiti a Emettitore Comune 11-26
Circuiti a Collettore Comune 11-27
Amplificatori in Classe "A" e "C" 11-33
Tests Finali 11-43

APPENDICE

Argomenti A-1
Metodo per Determinare la Posizione del Decimale dei Valori di Conversione A-2
Formule per Risolvere i Problemi sui Circuiti A-4
Simboli Schematici e Codice dei Colori dei Resistori A-6
Elenchi dei Materiali Necessari in Ciascun Capitolo A-15

TEST FINALE A-22

INDICE A-37

INTRODUZIONE AL CORSO

E' un *corso per autodidatta*, che richiede una minima assistenza da parte di qualcuno già esperto di elettronica. Non c'è alcun limite particolare di tempo per completare il corso. Comunque si suggerisce di stabilire un programma giornaliero regolare per lo studio. Si raccomanda un periodo minimo di due ore. Se si programmano periodi più lunghi, bisogna fare intervalli dopo non più di due ore.

TESTS INIZIALI

Alcuni studenti possono avere già una certa conoscenza di elettronica. Ogni capitolo è preceduto da un test iniziale che ha lo scopo di determinare se avete già conoscenza e pratica degli argomenti insegnati nel capitolo. Se i risultati del test iniziale indicano che avete già un soddisfacente livello di conoscenza, potete saltare quel capitolo e passare direttamente al successivo. Se però avete difficoltà con il test iniziale, dovete studiare gli argomenti contenuti in quel capitolo.

Può essere che completiate esaurientemente molti tests iniziali, minimizzando così il tempo necessario per completare il corso.

TESTS FINALI

Dopo ogni capitolo ci sono due test finali. I test finali hanno lo scopo di verificare se avete capito gli argomenti presentati nel capitolo. Se completate il primo test finale esaurientemente, andate direttamente al capitolo successivo. Se però avete qualche difficoltà con il test finale, ripassate gli argomenti del capitolo e poi quando vi sentite pronti, svolgete il secondo test finale.
Prima di passare al capitolo successivo, dovreste completare esaurientemente il secondo test finale.

OBIETTIVI

All'inizio di ogni capitolo vengono dati degli obiettivi. Quando avete completato il capitolo, dovete essere in grado di raggiungere ciascuno di questi obiettivi.

KIT PER ESPERIMENTI DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

Il corso insegna sia la teoria che la pratica. Il Kit per esperimenti di Elettronica fondamentale usato con il corso vi dà l'opportunità di realizzare circuiti reali e vedere e misurare gli effetti che i diversi componenti hanno nei circuiti elettrici. In ciascun capitolo si fanno esperimenti per dimostrare gli elementi insegnati.
Per conto vostro potete allestire esperimenti per ulteriori indagini sugli argomenti in esame.

RIPASSO

Dopo la presentazione di un nuovo argomento si hanno delle sezioni di Ripasso. Esse possono consistere in quesiti o problemi relativi all'argomento presentato.

Nello svolgere alcuni di questi problemi, avrete bisogno della matematica. Se a causa della matematica, avete qualche difficoltà, chiedete aiuto. E' più importante che capiate la teoria relativa all'elettronica che essere coinvolti nella matematica.

Per le operazioni da svolgere potete aiutarvi con un calcolatore tascabile poco costoso a quattro operazioni.

Un'altra cosa da ricordare è che un argomento insegnato nei primi capitoli sarà richiamato nei successivi. Ciò significa che dovete capire completamente i fondamenti ed i concetti insegnati in questi primi capitoli. Perchè se non fate così, probabilmente incontrerete in seguito difficoltà.

TEST FINALE DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

A partire dalla pagina A-23 si ha una prova finale che vi serve per valutare come avete appreso il contenuto del libro. I quesiti di questa prova si basano sugli Obiettivi dati durante il corso. La prova dovrebbe essere svolta onestamente, senza guardare il testo.

ASSISTENZA TECNICA

Questo corso vuole essere essenzialmente un corso per autodidatta, però a causa della natura tecnica delle cose trattate possono sorgere dei dubbi, ai quali non si può rispondere con gli argomenti presentati nel corso. Inoltre il corso richiede l'uso di un tester e di un oscilloscopio e non sono date istruzioni relative a questi strumenti. Per queste ragioni è importante che ci sia qualcuno già esperto di elettronica per rispondere alle domande e per insegnarvi il funzionamento del tester e dell'oscilloscopio.

ATTREZZATURA RICHIESTA

Per questo corso è richiesta la seguente attrezzatura* o una similare:

1. Il Kit di attrezzature per Elettronica fondamentale conosciuto come il BEK-1, che comprende:
   A. L'OA-3-OP-AMP DESIGNER
   B. L'LR-31 FUNCTION GENERATOR OUTBOARD®
   C. Il BK-5 che comprende i componenti necessari per fare tutti gli esperimenti.

   Questi prodotti saranno discussi in maggior dettaglio nel capitolo 3.
2. Un Tester - con sensibilità 20K Ω/V o migliore. Gli esperimenti di questo corso sono stati provati usando un tester TRIPPLET - 310.
3. Un Oscilloscopio - che abbia come minimo le seguenti caratteristiche: singola traccia, capacità C.C., coordinate di sweep e verticali calibrate, controllo di trigger. Gli esperimenti di questo corso sono stati provati usando un oscilloscopio TEKTRONIX - TIPO 422.

Le precedenti attrezzature o simili devono essere disponibili mentre seguite questo corso.

GUIDA ALLO STUDIO

Poichè questo è un corso per autodidatta sta a voi determinare in che modo avete capito gli argomenti presentati. All'inizio di ogni capitolo, il test iniziale ha lo scopo di aiutarvi a valutare il vostro grado di conoscenza degli argomenti. Se rispondete esattamente ai quesiti del test iniziale e pensate di aver capito completamente la materia, potete passare direttamente al capitolo successivo. Se, però, capite di aver bisogno di un ripasso ed incontrate difficoltà con il test iniziale, dovete studiare gli elementi insegnati nel capitolo.

La seguente è una guida da seguire quando svolgete il corso:

Potrete trovare queste attrezzature presso il vostro normale fornitore di materiale elettronico. Se trovaste difficoltà a reperire l'OA3, l'LR31 e il BK5, rivolgetevi alla MICROLEM, che vi indicherà il rivenditore autorizzato a voi più vicino.

- Cominciate ogni capitolo svolgendo il test iniziale.

- Se completate con successo il test iniziale, passate al capitolo successivo.

- Se avete difficoltà con il test iniziale, studiate gli argomenti trattati nel capitolo.

- Studiate con cura il materiale presentato in ogni capitolo. Affrontate ogni capitolo sequenzialmente, assicurandovi di aver capito ogni cosa del capitolo, prima di passare al successivo.

- Se incontrate difficoltà nel capire qualcosa e non riuscite a trovare la risposta nel testo, chiedete aiuto a qualcuno esperto in elettronica.

- Il corso richiede l'uso di un tester e di un oscilloscopio. Se non avete già familiarità con il loro funzionamento, chiedete a qualcuno esperto in elettronica di spiegarvelo. *Nota: Fino al capitolo 3 non è richiesto l'uso del tester, mentre l'oscilloscopio viene usato a partire dal capitolo 8.*

- Dopo aver completato ogni capitolo, svolgete il test finale riportato alla fine del capitolo. Seguite le istruzioni date.

CAPITOLO 1
FONDAMENTI DI ELETTRICITA'

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale, che ha lo scopo di provare la vostra conoscenza attuale degli argomenti trattati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza di questi argomenti tale da essere in grado di completare il test, facendo non più di un errore, potete non studiare questo capitolo. Invece se non rispondete a più di una domanda dovete completare lo studio di questo capitolo.

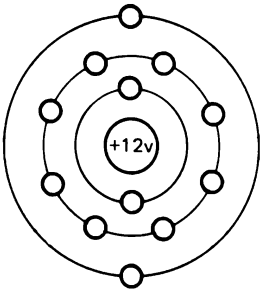
Dopo che avrete completato questo test, confrontate le vostre risposte con quelle riportate alla pagina che segue il test.

1. L'atomo rappresentato nella figura è: _____

☐ a. Carico positivamente

☐ b. Elettricamente neutro

☐ c. Carico negativamente



2. Quando c'è una differenza di potenziale tra due materiali ed esiste tra di essi un passaggio di corrente, gli elettroni:

☐ a. Si allontanano dai materiali carichi e si ammassano a metà via tra di essi.

☐ b. Si eccitano e si dispongono in modo casuale.

☐ c. Vanno da un materiale verso l'altro.

Accoppiate il numero di ciascun termine con la lettera della frase che meglio lo definisce:

3._____Corrente

4._____Ohm

5._____F.E.M.

6._____Volt

7._____Verso Del Flusso Degli Elettroni

8._____Verso Convenzionale Degli Elettroni

9._____Conduttore

10._____Isolante

11._____Resistenza

a. La forza che determina il fluire degli elettroni

b. Dal – al +

c. Un materiale che ha pochi elettroni liberi

d. Il movimento continuo di elettroni

e. Un circuito con una sola via per la corrente

f. L'unità di misura della corrente

g. Un materiale che ha molti elettroni liberi

12._____Ampere

13._____Circuito

14._____Circuito Serie

15._____Circuito Parallelo

16._____Circuito Serie-Parallelo

h. L'unità di misura della F.E.M.

i. L'unità di misura della resistenza

j. Un circuito con più di una via per la corrente

k. Dal + al –

l. Un percorso completo per il passaggio della corrente. Comprende un generatore di tensione.

m. Una combinazione di circuiti serie e parallelo

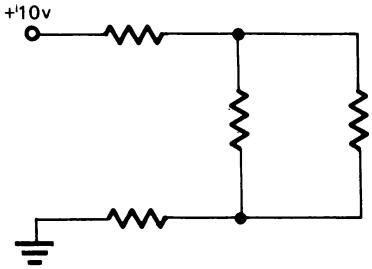
n. Opposizione al passaggio della corrente presentata da un materiale.

Identificate i circuiti seguenti segnando un cerchietto intorno alla lettera giusta

17. a. Circuito Serie

b. Circuito Parallelo

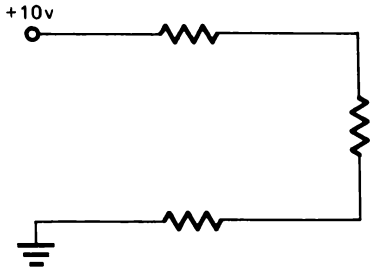
c. Circuito Serie-Parallelo



18. a. Circuito Serie

b. Circuito Parallelo

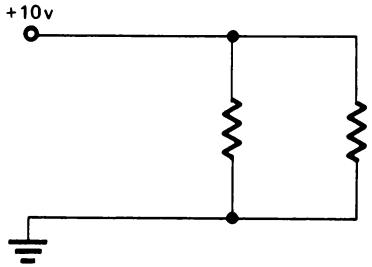
c. Circuito Serie-Parallelo



19. a. Circuito Serie

    b. Circuito Parallelo

    c. Circuito Serie-Parallelo



Confrontate le vostre risposte con quelle della pagina seguente.

CAPITOLO 1

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1.	b	11.	n
2.	c	12.	f
3.	d	13.	l
4.	i	14.	e
5.	a	15.	j
6.	h	16.	m
7.	b	17.	c
8.	k	18.	a
9.	g	19.	b
10.	c		

Se avete risposto correttamente a tutte le domande, o ne avete sbagliato solo una, avete evidentemente una buona conoscenza degli argomenti trattati in questo capitolo. Perciò potete passare direttamente al prossimo capitolo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate gli argomenti di questo capitolo.

CAPITOLO 1

FONDAMENTI DI ELETTRICITA'

INTRODUZIONE

Prima di iniziare lo studio dell'Elettronica è necessario capire cos'è l'elettricità e altre cose fondamentali relative all'elettricità.

OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete capaci di fare ciò che segue:

- Determinare se un atomo è carico positivamente o negativamente quando si conosce il numero di elettroni e protoni nell'atomo.
- Spiegare che cosa succede agli elettroni liberi quando una F.E.M. è impressa su un conduttore.
- Definire la corrente ed indicare la sua unità di misura.
- Definire la tensione ed indicare la sua unità di misura.
- Spiegare la differenza tra il flusso di elettroni e il flusso convenzionale.
- Definire cos'è un conduttore e portare esempi di buoni conduttori.
- Definire cos'è un isolante e portare esempi di buoni isolanti.
- Definire la resistenza e indicare la sua unità di misura.
- Definire un circuito.
- Definire un circuito serie e descrivere come fluisce la corrente in un circuito serie.
- Definire un circuito parallelo e descrivere come fluisce la corrente in un circuito parallelo.
- Definire un circuito serie-parallelo.

CHE COSA E' L'ELETTRICITA'

L'Elettricità è qualcosa che voi tutti avete usato nella vita. Essa è così comune che probabilmente non avete mai pensato molto a che cosa è, e da dove viene. In effetti nell'uso quotidiano dell'elettricità, non è necessario saperne molto. Tuttavia, nello spazio dell'elettronica, sarà necessario capire la teoria fondamentale dell'elettricità. Questo è lo scopo di questo capitolo.

LA TEORIA DELL'ELETTRONE

Poichè l'elettricità non è visibile, sono state sviluppate delle teorie sul fenomeno dell'elettricità. La teoria fondamentale, e da tutti accettata, è che l'elettricità è il movimento di elettroni. La *teoria dell'elettrone* ipotizza che gli effetti elettrici siano dovuti al movimento di elettroni da un posto ad un altro e che questo movimento sia causato da un eccesso o da una mancanza di elettroni in un determinato posto.

Per saperne di più sugli elettroni è necessario guardare alla struttura fondamentale dell'atomo.

STRUTTURA ATOMICA

L'atomo è la più piccola particella fisica in cui può essere divisa la materia. L'atomo è costituito da un nucleo, che contiene *neutroni* e *protoni*, e da *elettroni* che girano su orbite intorno al nucleo. La figura 1 mostra un atomo semplice che ha due elettroni, due protoni ed un neutrone.

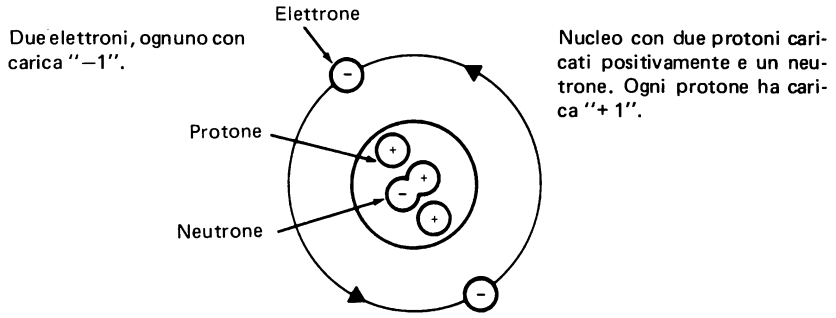


Figura 1

Gli elettroni ruotano intorno al nucleo alla velocità della luce e sono mantenuti in orbita dalle cariche positive dei protoni posti al centro. Ciò è dovuto al fatto che cariche diverse, o cariche non simili, si attraggono. I neu-

troni, che sono costituiti da una carica positiva e una negativa, non sono interessati in quanto sono elettricamente neutri.

La cosa importante da notare è che le cariche degli elettroni e dei protoni sono uguali e si controbilanciano. Quando questo equilibrio è disturbato cominciate a vedere gli effetti della elettricità.

ELETTRONI LIBERI

Quasi tutti gli atomi sono più complessi dell'atomo mostrato in figura 1. Gli atomi di elementi diversi si distinguono tra di loro per il numero di elettroni e protoni che hanno. La figura 2 mostra un atomo più complesso.

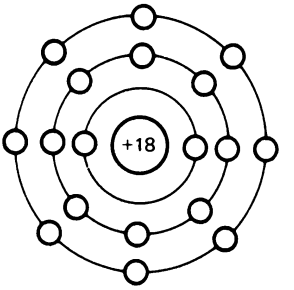


Figura 2

Notate che ci sono molti livelli di orbite. Gli elettroni delle orbite interne sono chiamati *elettroni legati* perchè non possono essere facilmente portati fuori delle orbite. Gli elettroni dalle orbite più esterne possono essere spinti fuori dalle orbite e sono chiamati *elettroni liberi*.
Sono gli elettroni liberi che sono coinvolti negli effetti elettrici studiati in questo libro.

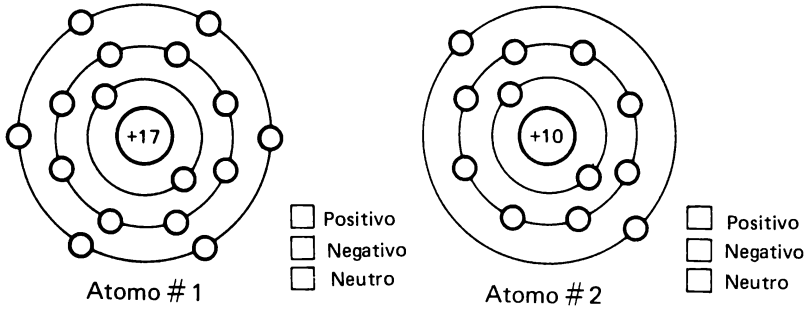
ATOMI CARICHI

Un atomo neutro (con carica zero) ha tanti elettroni quanti protoni. Cioè il numero di elettroni sulle sue orbite eguaglia il numero di protoni del suo nucleo. Se c'è un eccesso di elettroni liberi o una mancanza di elettroni liberi sulle orbite esterne, si dice che l'atomo *è carico*.
L'atomo sarà carico positivamente o negativamente, a seconda se c'è una mancanza o un eccesso di elettroni.

Gli elettroni portano una carica negativa. Se c'è un eccesso di elettroni liberi, l'atomo sarà carico negativamente. Se c'è una mancanza di elettroni liberi, ci saranno nell'atomo più protoni che elettroni, così che l'atomo

sarà carico positivamente.

Determinate la carica dei due atomi mostrati qui sotto. Il numero nel cerchio indica il numero di protoni del nucleo.

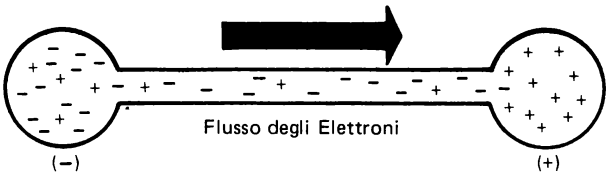


Per determinare la carica dei due atomi dovrete contare il numero di elettroni mostrati e confrontare questo numero con il numero di protoni presenti nel nucleo. L'atomo # 1 ha solo 16 elettroni confrontati con 17 protoni. Esso perciò ha una carica positiva (+). L'atomo # 2 ha due elettroni in più dei protoni, quindi ha carica negativa (–).

Si vede che se un materiale ha un eccesso di elettroni ha carica negativa (–) e se ha deficienza di elettroni ha carica positiva (+).

FLUSSO DEGLI ELETTRONI

Gli atomi e i loro elettroni sono sempre in continuo movimento nel materiale. Questo movimento, tuttavia è un movimento casuale di elettroni liberi che si muovono da un atomo all'altro senza alcuna particolare direzione. Questo movimento di elettroni non è un flusso di elettroni. Per avere un flusso di elettroni deve esserci un movimento continuo in cui la maggior parte degli elettroni liberi va nella stessa direzione.



Se si crea un percorso che consente agli elettroni di muoversi da un materiale carico negativamente ad uno carico positivamente, gli elettroni potranno

fluire. Questo flusso di elettroni è una *corrente* elettrica ed essa continuerà finchè il *percorso della corrente* non è rotto o finchè la carica elettrica non è uguale in entrambi i materiali.

Per avere una corrente elettrica misurabile è necessario il movimento di molti elettroni, milioni e milioni. La corrente elettrica è misurata in unità chiamata *ampere*.

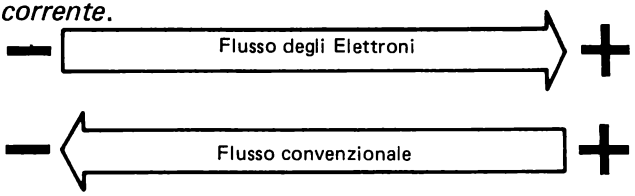
La corrente è un flusso di elettroni ed è misurata in unità chiamata ampere.

Un flusso di corrente di 1 ampere è uguale a un flusso di $6{,}25 \times 10^{18}$, cioè di 6.250.000.000.000.000.000 elettroni al secondo che passano per un dato punto di un circuito.

DIREZIONE DEL FLUSSO DEGLI ELETTRONI

La corrente è definita come un movimento di elettroni e, secondo la teoria dell'elettrone, il flusso di corrente va sempre da un punto con eccesso di elettroni, carica negativa (—), verso un punto mancante di elettroni, carica positiva (+). Ciò si può anche esprimere dicendo che il flusso di corrente va da una sorgente negativa (—) ad una sorgente positiva (+). Questa affermazione è vera se si considera la corrente elettrica come flusso di elettroni.

Un altro modo di considerare l'elettricità consiste nel dire che le cariche positive fluiscono verso le cariche negative. E, in qualche modo, ciò accade realmente. Prima che si sapesse di più sull'elettricità e prima che si sviluppasse la teoria dell'elettrone, si credeva che la corrente elettrica fluisse dal (+) al (—). Oggi, alcuni simboli usati nell'elettricità riflettono questa primitiva opinione. Questa teoria viene definita come *la teoria del flusso convenzionale della corrente*.



Poichè avete imparato a capire che il flusso di elettroni avviene da (—) a (+), la teoria del *flusso degli elettroni* sarà adottata per la maggior parte di questo programma.

Il flusso degli elettroni va da (—) a (+)

Il flusso convenzionale va da (+) a (—)

SORGENTI DI ELETTRICITA'

Per sostenere il flusso di corrente è richiesta una certa forma di energia per produrre un continuo rifornimento di elettroni. Ci sono sei sorgenti fondamentali da cui può provenire questa energia:

Attrito — Lo strofinamento reciproco di alcuni materiali determina la formazione di una carica elettrica. Probabilmente avete notato ciò quando passeggiate su alcuni tipi di tappeti.

Azione chimica — Una batteria è un buon esempio di azione chimica usata per produrre elettricità.

Calore — Il calore applicato alla giunzione di due metalli diversi determina il fluire di una corrente elettrica. Questo è il principio della termo-coppia.

Pressione — La pressione applicata su alcuni tipi di cristalli può produrre elettricità.

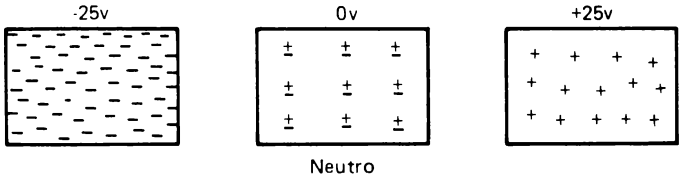
Luce — La luce su una fotocellula è un'altra sorgente di energia che produce una corrente elettrica misurabile.

Magnetismo — Il movimento di un filo in un campo magnetico determina il moto degli elettroni verso un capo del filo. Molte spire poste in un campo magnetico realizzano un generatore elettrico.

Indipendentemente dalla sorgente di energia, il risultato finale è un continuo rifornimento di elettroni o una corrente elettrica.

FORZA ELETTRO-MOTRICE

Prima si è detto che un materiale può avere una carica che può essere o (–) o (+). Naturalmente il materiale può essere senza carica o neutro. Quando un materiale è carico, si dice che ha un potenziale elettrico. La differenza di potenziale elettrico tra due materiali è la forza che determina il flusso degli elettroni quando si crea un percorso per la corrente tra di essi.
Questa forza è chiamata *forza elettro-motrice* (FEM) ed è misurata in unità chiamata *volt*.



La figura mostra tre piastre. La prima è caricata a un potenziale elettrico di –25V. La seconda è senza carica e ha un potenziale elettrico di 0V, mentre la terza ha un potenziale di +25V. Tra ognuna delle tre piastre esiste una differenza di potenziale, e quindi, una FEM.

La FEM tra la prima e la seconda piastra è 25V. Questo è vero anche se la seconda piastra non è carica. Tra la seconda e la terza piastra c'è ancora una differenza di potenziale o FEM di 25V. Quant'è la differenza di potenziale tra la prima e la terza piastra?

Se avete risposto 50V, è corretto.

> *La forza-elettro-motrice (FEM) è la forza che determina il flusso degli elettroni ed è misurata in volt.*

Al posto di forza elettromotrice si può usare il termine *tensione*. I due termini significano la stessa cosa.

CONDUCIBILITA' E RESISTENZA

La conducibilità è la proprietà di un materiale di condurre una corrente elettrica. Un buon conduttore è un materiale che contiene molti elettroni liberi, che fluiscono rapidamente quando si applica una tensione ai capi del conduttore. Alcuni conduttori usati comunemente sono il rame, l'alluminio, l'argento e l'oro.

Non tutti i materiali sono conduttori. Materiali come il vetro, la plastica, l'aria, la bachelite e la mica hanno pochissimi elettroni liberi e non conducono l'elettricità. Questi materiali sono chiamati isolanti.

Ci sono altri materiali che non sono né buoni conduttori né buoni isolanti. Generalmente tali materiali sono poco usati negli apparati elettronici. Ci sono comunque delle eccezioni. La conducibilità di alcuni materiali può essere controllata si da rallentare od opporsi al flusso di corrente in un circuito, così da controllare la tensione e la corrente nel circuito. I componenti elettrici di questo tipo di materiale sono chiamati *resistori*.

SOMMARIO

I seguenti quesiti vi aiuteranno a riassumere ciò che è stato trattato in questo capitolo. Se avete difficoltà a rispondere a qualcuno di questi quesiti, rivedete le nozioni di questo capitolo.

1. Tutti gli effetti elettrici sono causati dal movimento di

2. Un atomo con 22 protoni nel nucleo e 21 elettroni sulle orbite ha una carica (positiva/negativa/neutra) _____

3. Il flusso elettronico è un movimento (continuo/casuale) di elettroni attraverso un materiale _____

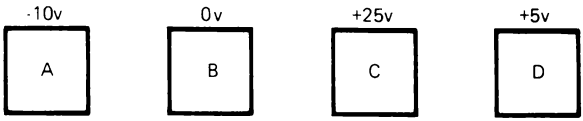
4. Un oggetto con un eccesso di elettroni avrà carica (negativa/positiva/neutra) _____

5. Un movimento continuo di elettroni in un materiale è chiamato _____ ed è misurato con un'unità chiamata _____

6. La direzione del flusso degli elettroni è da (—) a (+) (+) a (—) _____

7. La forza che provoca il fluire degli elettroni è chiamata forza _____ ed è misurata con un'unità chiamata _____

8. Qual'è la differenza di potenziale tra i seguenti elementi:



a) Tra A e B _____

b) Tra B e C _____

c) Tra C e D _____

d) Tra D e A _____

9. Il materiale che offre poca o nessuna resistenza al fluire della corrente è un buon _____

10. Il materiale che impedisce il flusso della corrente è un buon _____

11. I materiali che rallentano o controllano il flusso della corrente sono chiamati _____

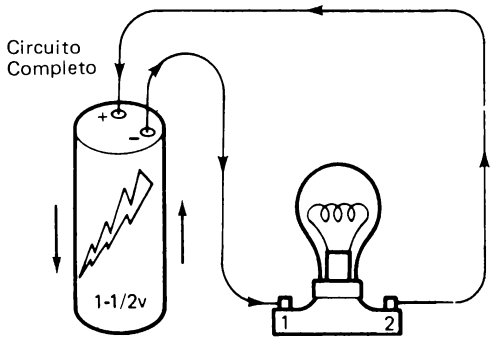
RISPOSTE

1. Elettroni
2. Positiva
3. Continuo
4. Negativa
5. Corrente, ampere
6. – a +
7. Elettromotrice, volt
8. (a) 10V, (b) 25V, (c) 20V, (d) 15V
9. Conduttore
10. Isolante
11. Resistori

CIRCUITI

CHE COSA E' UN CIRCUITO?

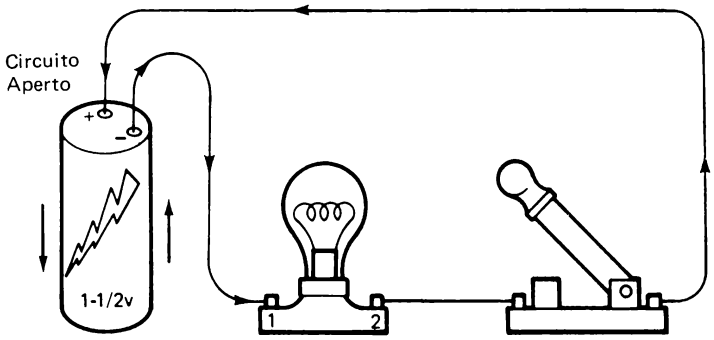
Un circuito è un percorso *completo* per il flusso della corrente elettrica, compresa la sorgente di tensione.
Sotto è illustrato un semplice circuito che usa una lampada come carico e una batteria come sorgente di tensione.



In questo circuito potete dire che il flusso di corrente comincia nel polo negativo della batteria e fluisce verso il terminale # 1 della lampada. Attraverso la lampada, passa al terminale # 2. Di qui la corrente fluisce verso il polo positivo della batteria e poi internamente alla batteria verso il polo negativo.

CIRCUITO APERTO

Finchè c'è un circuito completo la corrente può scorrere. Se in qualche maniera si crea un'*interruzione* nel circuito, il flusso di corrente si ferma.



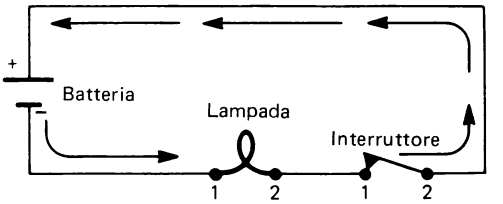
La figura precedente mostra un circuito interrotto da un interruttore *aperto*. Ogni circuito aperto, o perchè il conduttore è interrotto, o una connessione è staccata, o il filamento della lampada bruciato, o la batteria scarica, impedisce il flusso della corrente.

TIPI DI CIRCUITI

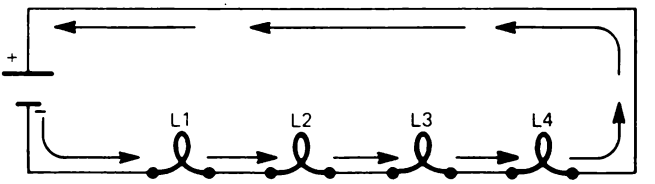
Ci sono due tipi fondamentali di circuiti, *circuiti serie e circuiti parallelo*. Nei successivi capitoli imparerete a lavorare con ciascun tipo e poi imparerete a combinare i due tipi in quello che è chiamato un circuito *serie-parallelo*.

CIRCUITI SERIE

In un circuito serie c'è *solo* un percorso attraverso il quale la corrente può fluire per completare il circuito. In altra maniera si può dire che l'intera corrente elettrica deve fluire attraverso ogni componente del circuito.



Questo è uno schema che rappresenta la batteria, la lampada e l'interruttore mostrati prima. In questo circuito serie la corrente deve fluire in eguale misura attraverso ogni componente del circuito.



In questo circuito ci sono quattro lampade connesse *in serie*. Notate che se qualcuna delle lampade fosse fulminata (aperta) il flusso di corrente si fermerebbe.

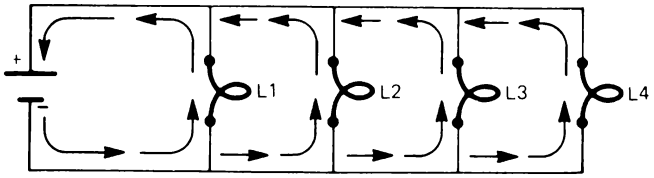
CIRCUITI PARALLELO

In un circuito parallelo ci sono tanti percorsi per il flusso della corrente quanti sono i rami paralleli del circuito.

Notate che in questo circuito tutte le lampade sono connesse in *parallelo* con la batteria.
La corrente fluisce dalla batteria e poi si divide per fluire attraverso ciascuna lampada. La somma delle correnti che fluiscono attraverso le lampade è uguale alla corrente che fluisce attraverso la batteria.

CIRCUITI SERIE-PARALLELO

Un circuito serie-parallelo è semplicemente una combinazione di circuiti serie e circuiti parallelo.

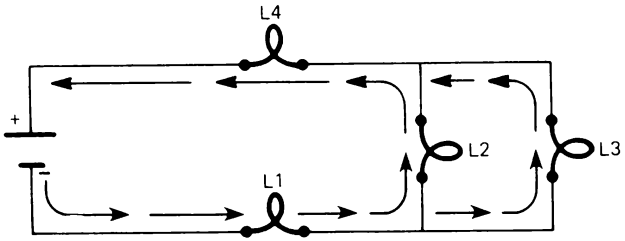


Il flusso di corrente in questo circuito va dal polo negativo della batteria verso la lampada L1 e poi si divide per fluire attraverso le lampade L2 ed L3. La corrente poi si riunisce per scorrere attraverso la lampada L4 e torna alla batteria. Le lampade L1 ed L4 sono in serie con il circuito e tutta la corrente attraversa entrambe le lampade. Le lampade L2 ed L3 sono in parallelo e la corrente si divide tra i 2 percorsi. Se entrambe le lampade hanno la stessa resistenza, attraverso ognuna di esse scorre la metà della corrente totale.

RESISTENZA

CHE COSA E' LA RESISTENZA?

Precedentemente in questo capitolo, avete imparato come i buoni e i cattivi conduttori influenzino la corrente elettrica. Se un materiale ha molti elettroni liberi è un buon conduttore, se ne ha pochi è un cattivo conduttore. Un cattivo conduttore si opporrà maggiormente di un buon conduttore al flusso della corrente.



L'opposizione al flusso della corrente è chiamata resistenza.

In un circuito è la resistenza che controlla la quantità di corrente che può fluire. Se in un circuito la resistenza aumenta, il flusso di corrente diminuisce perchè l'opposizione al passaggio della corrente è maggiore. In un circuito la resistenza viene usata per controllare o regolare il flusso di corrente nel circuito.

Tutti i circuiti devono avere una resistenza. Senza di essa non ci sarebbe niente per controllare il flusso della corrente.

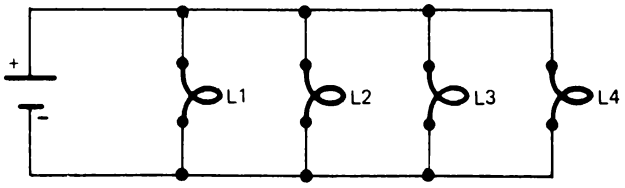
L'unità di misura della resistenza è chiamata *ohm*, e in seguito nel capitolo 4, imparerete come calcolare la resistenza conoscendo la corrente e la tensione.

RIPASSO

I seguenti quesiti vi aiuteranno a ripassare i circuiti.

1. Che cosa è un circuito?_____

2.

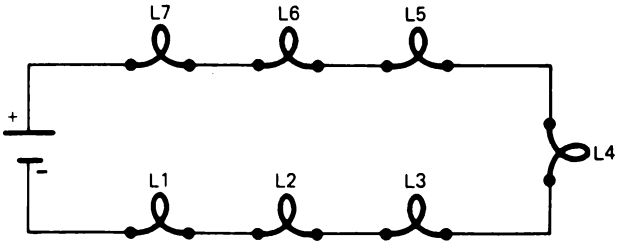


a) Che tipo di circuito è questo?_____

b) Che cosa accade alla corrente in questo circuito?_____

c) Se la lampada L1 si fulmina, che cosa accade alle restanti lampade?

3.



a) Che tipo di circuito è questo?_____.

b) Che cosa accade alla corrente in questo circuito?_____

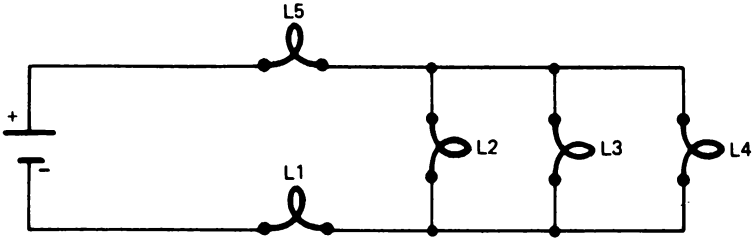
_____.

c) Se la lampada L4 si fulmina, che cosa accade alle restanti lampade?

_____

_____.

4.



a) Che tipo di circuito è questo?_____.

b) Che cosa accade alla corrente in questo circuito?_____

_____

_____.

c) Se la lampada L1 si fulmina, che cosa accade alle restanti lampade?

_____

_____.

d) Se la lampada L4 si fulmina, che cosa accade alle restanti lampade?

_____

_____.

RISPOSTE

1. Un circuito è un percorso completo per il flusso della corrente elettrica, che comprende anche una sorgente di tensione.

2. a) Circuito parallelo
   b) La corrente si divide e fluisce attraverso tutte e quattro le lampade.
   c) Le restanti lampade rimangono "accese".

3. a) Circuito serie
   b) Tutta la corrente fluisce in egual misura attraverso tutte le lampade.
   c) Il circuito è aperto e tutte le restanti lampade sono "spente".

4. a) Circuito serie-parallelo
   b) La corrente fluisce dal polo negativo della batteria verso L1. Poi si divide per fluire attraverso L2, L3 ed L4. Poi si ricombina per fluire verso L5 e tornare alla batteria.
   c) Il circuito è aperto e tutte le restanti lampade sono "spente".
   d) Le restanti lampade rimangono "accese".

Il vostro modo di rispondere a questi quesiti può essere differente, ma devono essere esatti i concetti espressi.

****

Questo completa il Capitolo 1. Ripassate le nozioni presentate e quando vi sentite pronti, passate al Test Finale # 1. Prima di passare al test leggete le istruzioni.

TEST FINALI

Istruzioni

I seguenti test finali servono a determinare se avete capito gli argomenti di questo capitolo. Eseguite il Test Finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se rispondete correttamente a tutte le domande avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potete passare direttamente al prossimo capitolo.

- Se sbagliate una o due domande, dovete ripassare i relativi argomenti. Quando avete capito perchè avete sbagliato le domande e potete rispondere ad esse correttamente, andate direttamente al prossimo capitolo.

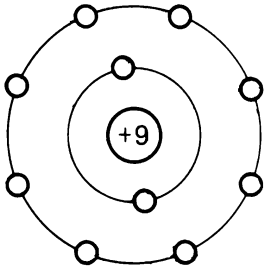
- Se sbagliate più di due domande, dovete ripassare tutto il capitolo. Se necessario fatevi aiutare. Quando vi rendete conto di aver capito gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle del test.

  Se siete capaci di rispondere correttamente a tutte le domande, passate al prossimo capitolo. Se sbagliate qualche domanda, continuate a ripassare finchè non capite gli argomenti presentati e poi passate al prossimo capitolo.

CAPITOLO 1

TEST FINALE # 1

1. La carica dell'atomo presentato nella figura è: _____



☐ a. Positiva

☐ b. Neutra

☐ c. Negativa

2. Il flusso di corrente è il movimento di:

☐ a. Neutroni

☐ b. Protoni

☐ c. Elettroni

Associate il numero di ciascun termine con la lettera della frase che meglio lo definisce:

3._____Corrente

4._____Ohm

5._____F.E.M.

6._____Volt

7._____Teoria del Flusso degli Elettroni

8._____Teoria del Flusso Convenzionale

9._____Conduttore

10._____Isolante

a. La forza che provoca il fluire degli elettroni

b. La corrente fluisce dal – al +

c. Un materiale che ha pochi elettroni liberi

d. Il continuo movimento di elettroni

e. Un circuito con un solo percorso per la corrente

f. L'unità di misura della corrente

g. Un materiale che ha molti elettroni liberi

12._____ Ampere

13._____ Circuito

14._____ Circuito serie

15._____ Circuito Parallelo

16._____ Circuito serie-parallelo

h. L'unità di misura della F.E.M.

i. L'unità di misura della resistenza

j. Un circuito che ha più di un percorso per la corrente

k. La corrente fluisce da + a –

l. Un percorso completo per il flusso di corrente; comprende una sorgente di tensione

m. Una combinazione di circuiti parallelo.

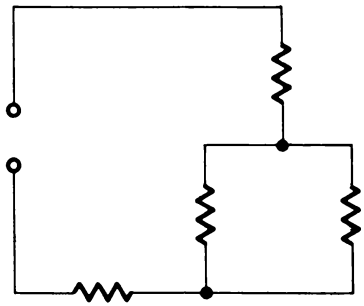
n. Un materiale che può essere usato per controllare il flusso della corrente.

Identificare i seguenti circuiti segnando un cerchio intorno alla lettera giusta.

17. a. Circuito serie

b. Circuito Parallelo

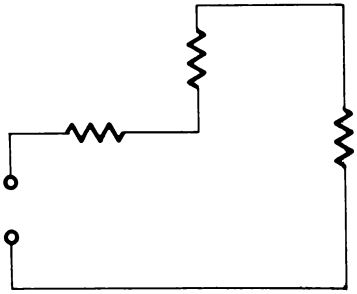
c. Circuito serie-parallelo



18. a. Circuito Serie

    b. Circuito Parallelo

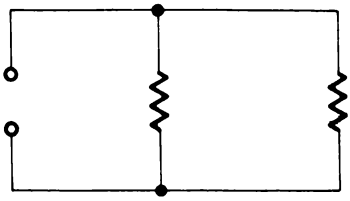
    c. Circuito Serie-Parallelo



19. a. Circuito Serie

    b. Circuito Parallelo

    c. Circuito Serie Parallelo



CAPITOLO 1

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. c
2. c
3. d
4. i
5. a
6. h
7. b
8. k
9. g
10. c
11. n
12. f
13. l
14. e
15. j
16. m
17. c
18. a
19. b

CAPITOLO 1

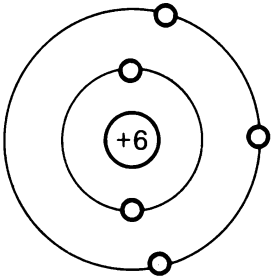
TEST FINALE # 2

1. La carica dell'atomo rappresentato in figura è: _____

☐ a. Positiva

☐ b. Neutra

☐ c. Negativa



2. Il flusso di corrente è il movimento di: _____

☐ a. Elettroni

☐ b. Protoni

☐ c. Neutroni

Associate il numero di ciascun termine con la lettera della frase che meglio lo definisce:

3._____Corrente

4._____Ohm

5._____F.E.M.

6._____Volt

7._____Teoria del flusso degli Elettroni

8._____Teoria del Flusso Convenzionale

9._____Conduttore

10._____Isolante

11._____Resistore

a. La forza che determina il fluire degli elettroni

b. La corrente fluisce da – a +

c. Un materiale che ha pochi elettroni liberi

d. Il movimento continuo di elettroni

e. Un circuito con un solo percorso per la corrente

f. L'unità di misura della corrente

g. Un materiale che ha molti elettroni liberi.

12._____Ampere

13._____Circuito

14._____Circuito Serie

15._____Circuito Parallelo

16._____Circuito Serie-Parallelo

h. L'unità di misura della F.E.M.

i. L'unità di misura della resistenza

j. Un circuito che ha più di un percorso per la corrente

k. La corrente fluisce da + a –

l. Un percorso completo per il flusso di corrente; comprende una sorgente di tensione.

m. Una combinazione di circuiti serie e circuiti parallelo

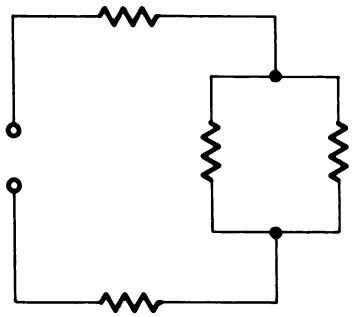
n. Un materiale che può essere usato per controllare il flusso di corrente.

Identificare i seguenti circuiti, segnando un cerchio intorno alla lettera esatta.

17. a. Circuito Serie

b. Circuito Parallelo

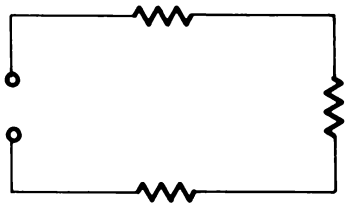
c. Circuito Serie-Parallelo



18. a. Circuito Serie

    b. Circuito Parallelo

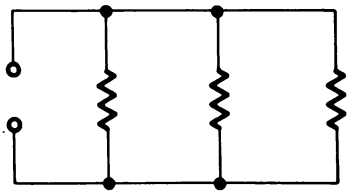
    c. Circuito Serie-Parallelo



19. a. Circuito Serie

    b. Circuito Parallelo

    c. Circuito Serie-Parallelo



CAPITOLO 1

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. a
2. a
3. d
4. i
5. a
6. h
7. b
8. k
9. g
10. c
11. n
12. f
13. l
14. e
15. j
16. m
17. c
18. a
19. b

CAPITOLO 2
IDENTIFICAZIONE DI SCHEMI E COMPONENTI

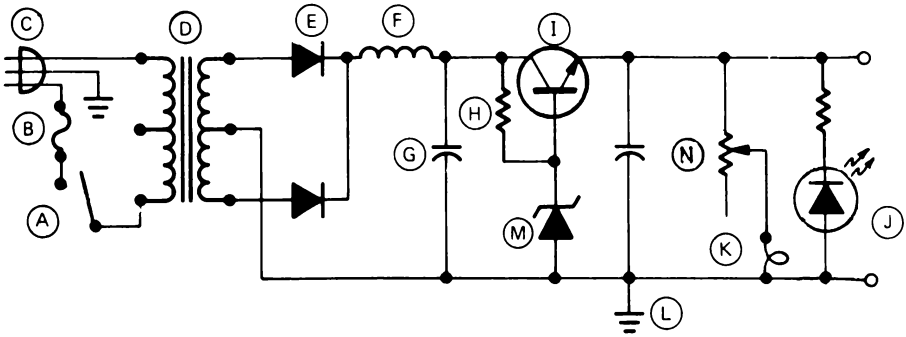
TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale che ha lo scopo di controllare la vostra attuale conoscenza degli argomenti trattati in questo capitolo. Se già avete una sufficiente conoscenza di questi argomenti tale da completare questo test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo.

Dopo aver completato questo test iniziale, confrontate le vostre risposte con quelle riportate nella pagina che segue il test.

Associate i componenti disegnati in questo schema con i nomi riportati sotto:



1._____Massa

2._____Potenziometro

3._____Condensatore

4._____Fusibile

5._____Cavo di alimentazione

6._____Induttore

7._____Diodo

8._____Resistore

9._____Interruttore

10._____Trasformatore

11._____Transistore

12._____Diodo Zener

13._____Lampadina

14._____L.E.D.

Qual'è il valore e la tolleranza dei seguenti resistori:

15.

Blu
Grigio
Marrone
Argento

Valore _____

Tolleranza _____

16.

Marrone
Nero
Arancione

Valore _____

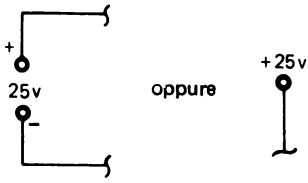
Tolleranza _____

Identificate i seguenti simboli di schemi:

17. a. Sorgente di alimentazione

b. Batteria

c. Soppressore d'arco



Risposta: _____

18. a. Soppressore d'arco

b. Batteria

c. Connettore

Risposta: _____

CAPITOLO 2

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. L
2. N
3. G
4. B
5. C
6. F
7. E
8. H
9. A
10. D
11. I
12. M
13. K
14. J
15. 680Ω10%
16. 10KΩ20%
17. a
18. b

Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti, o ne avete sbagliato solo uno, evidentemente avete una buona conoscenza degli argomenti trattati in questo capitolo. Passate, perciò, direttamente al prossimo capitolo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate gli argomenti di questo capitolo.

CAPITOLO 2
IDENTIFICAZIONE DI SCHEMI E COMPONENTI

INTRODUZIONE

Gli schemi sono le carte stradali dell'elettronica. Uno schema mostra come i componenti elettrici sono connessi tra loro per formare i circuiti. Un circuito può essere semplice o complesso, ma con una conoscenza degli schemi e dei componenti da rappresentare sullo schema, sarete capaci di disegnare circuiti e sistemare i componenti.

OBIETTIVI

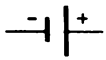
Alla fine di questo capitolo sarete capaci di fare ciò che segue:

- Identificare i simboli dei seguenti componenti:
  Batteria
  Alimentatore
  Fusibili
  Interruttore
  Lampada
  Resistore
  Condensatore
  Potenziometro
  Induttore (bobina)
  Trasformatore
  Diodo
  Transistore
  Massa
  Cavo di alimentazione
  Diodo ad emissione di luce
- Determinare con il codice colori i valori della resistenza di resistori da dieci ohm o più, compresa la percentuale di tolleranza.

SCHEMI

Questo capitolo insegna solo i simboli degli schemi elencati negli obiettivi. Nei capitoli successivi imparerete qual'è la funzione dei componenti rappresentati dai simboli in un circuito.

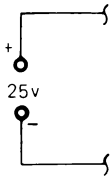
Batteria



Questo simbolo identifica una batteria ad unica cella. Notate che la sbarra piccola rappresenta il polo negativo, mentre la sbarra lunga rappresenta il polo positivo. I segni (—) e (+) possono non essere sempre segnati.

Una batteria a celle multiple sarà rappresentata aggiungendo coppie di sbarre. Normalmente è data la tensione.

Alimentatore



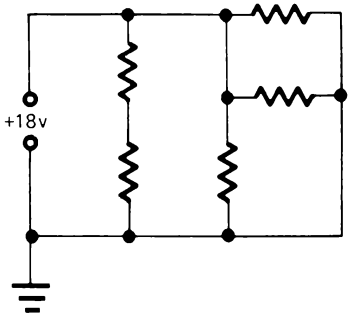
Un alimentatore o generatore di tensione può essere rappresentato in diversi modi. In questo libro un alimentatore sarà indicato con questo simbolo. Normalmente sarà data la polarità e la tensione.

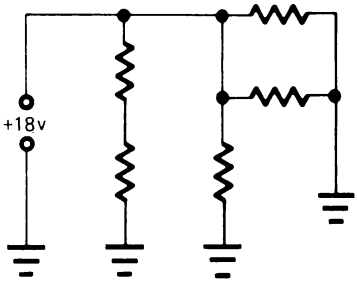
Un generatore di tensione sarà indicato con questo simbolo e si assumerà essere riferito a massa a meno che non sia indicato diversamente.

Massa

Questo simbolo indica *massa*. Tutti i punti di un circuito segnati con questo simbolo sono da considerare allo stesso potenziale. Generalmente questo potenziale viene assunto uguale a 0V.

I due circuiti rappresentati sotto sono elettricamente identici. Nel primo tutti i punti a *massa* sono collegati con una linea. Nel secondo viene usato il simbolo di massa per sostituire le linee di intercollegamento.

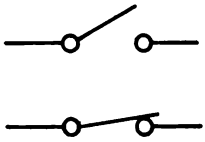




Fusibile

Questo simbolo indica un fusibile. Generalmente viene fornita anche l'indicazione del tipo di fusibile e la sua corrente nominale.

Interruttore



Un interruttore può essere disegnato in posizione chiusa o aperta.

Lampadina

Viene anche dato un nome per indicare che cosa significhi la lampadina.

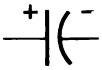
Resistore

Questo simbolo indica un resistore di valore fisso. Generalmente vengono forniti il valore del resistore e la sua potenza nominale.

Potenziometro

Questo simbolo indica un potenziometro, detto anche resistore variabile. La freccia indica il contatto mobile o terminale. Come valore del potenziometro è data la resistenza fissa.

Condensatore

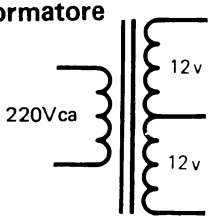


Questo simbolo indica un condensatore a valore fisso. Notate che la linea curva è il morsetto negativo mentre la linea diritta è quello positivo. I segni (—) e (+) possono non essere sempre indicati.

Induttore

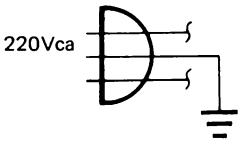
Un induttore, chiamato anche bobina è indicato da questo simbolo. A volte è anche indicato il tipo di materiale intorno a cui la bobina è avvolta (nucleo).

Trasformatore



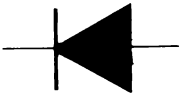
Un trasformatore può avere più di un secondario. Questo trasformatore ha un primario a 220 Vca e un secondario a 24Vca con presa centrale.

Cavo di alimentazione



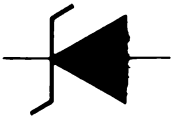
Questo simbolo indica normalmente un cavo di alimentazione a 220Vca. Il conduttore con il simbolo di massa indica il conduttore di terra *verde*.

Diodo



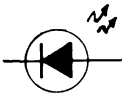
Questo simbolo indica un diodo. La direzione della freccia e la sbarra indicano la sua polarità nel circuito.

Diodo Zener



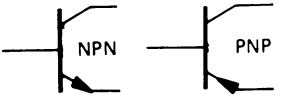
La forma delle sbarre differenzia questo diodo da uno convenzionale.

Diodo ad Emissione di Luce (L.E.D.)



Questo simbolo indica un diodo che emette luce quando è polarizzato direttamente ed è attraversata da una corrente di valore opportuno.

Transistore



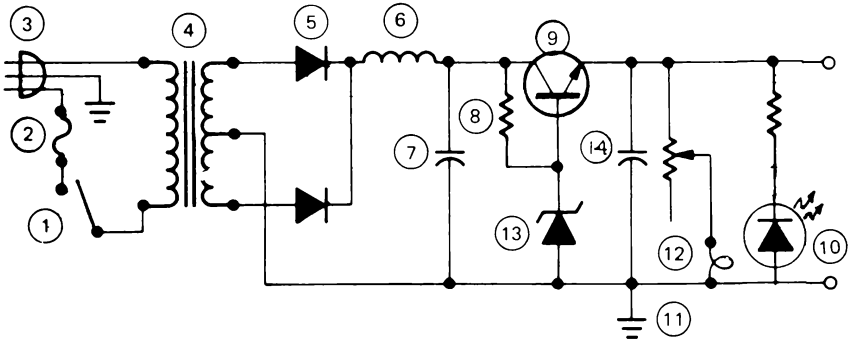
Ci sono due tipi fondamentali di transistori, PNP ed NPN. Il verso della freccia differenzia i due tipi.

Studiate questi simboli, così sarete capaci di riconoscerli quando li vedrete negli schemi.

Ci sono molti altri simboli usati negli schemi, alcuni si spiegano da soli e altri li imparerete quando studierete i particolari componenti che essi rappresentano.

RIPASSO

1. Associate i componenti di questo schema con i nomi seguenti:



a._____Massa

b._____Potenziometro

c._____Condensatore

d._____Fusibile

e._____Cavo di alimentazione

f._____Induttori

g._____Diodo

h._____Resistore

i._____Interruttore

j._____Trasformatore

k._____Transistore

l._____Diodi Zener

m._____Lampada

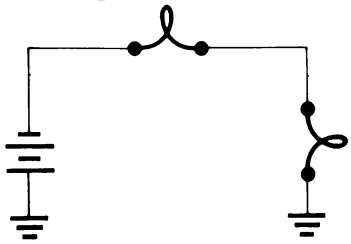
n._____Diodo a emissione di luce

2. Il transitore mostrato nel circuito di sopra è un PNP o un NPN?

_____

3. Lo schema qui sotto rappresenta un circuito completo?_____

Perchè?_____



Disegnate le frecce che indicano in che direzione fluisce la corrente.

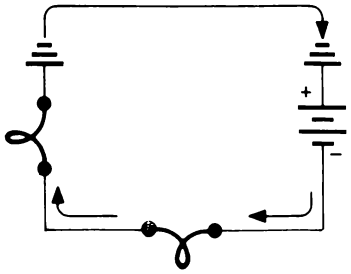
RISPOSTE

1.

a – 11	h – 8
b – 14	i – 1
c – 7	j – 4
d – 2	k – 9
e – 3	l – 13
f – 6	m – 12
g – 5	n – 10

2. NPN

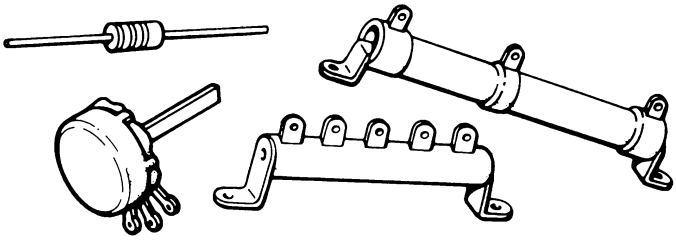
3. Si. Il simbolo di massa indica un punto di riferimento comune per il circuito.



Il trattino indica il polo negativo della batteria, quindi, la corrente fluirà nella direzione indicata.

RESISTORI

La resistenza è l'opposizione al flusso della corrente.
Molte volte la resistenza è aggiunta ad un circuito per conseguire determinati risultati. Un componente, chiamato *resistore*, è progettato per questo scopo.



I resistori sono di molte forme e dimensioni. Alcuni hanno un valore fisso mentre altri sono variabili. La figura sopra mostra alcuni dei tipi più comuni di resistori.

UNITA' DI MISURA

L'*Ohm* è l'unità di misura della resistenza. Nel capitolo 4 si andrà nel dettaglio della relazione esistente tra tensione e corrente con la resistenza. Per ora, tutto ciò che è necessario che voi sappiate è che l'unità di misura della resistenza è chiamata ohm. Anche il valore dei resistori quindi, è espresso in ohm.

Il valore della resistenza di un circuito può variare da una piccola frazione di un ohm a molti e molti milioni di ohm. Si usano i termini *Kilohm* e *Megaohm* quando si descrivono resistori di grandissimo valore.

1 Kilohm = 1000 ohm

1 Megaohm = 1000000 ohm

Ohm, Kilohm e Megaohm sono normalmente abbreviati per questione di spazio negli schemi. Per Ohm, si usa la lettera greca "Ω". Per abbreviare Kilohm e Megaohm si usano "KΩ" e "MΩ". A volte come abbreviazione di Megaohm si usa "MEG".

15 Ohm = 15 Ω	300.000 Ohm = 300 KΩ oppure 0,3MΩ
850 Ohm = 850 Ω	1.000.000 Ohm = 1 MΩ o 1 MEG

2000 Ohm = 2 KΩ 2.700.000 Ohm = 2,7 MΩ

6800 Ohm = 6,8 KΩ 30.000 Ohm = 30 KΩ

Notate che 100Ω è uguale a 0,1 KΩ; 100.000Ω è lo stesso di 0,1MΩ. Quando si scrivono valori di resistori come 6800Ω o 2.700.000Ω si possono accorciare scrivendo 6,8KΩ o 2,7MΩ.

RIPASSO

Scrivete il valore di questi resistori usando la forma abbreviata descritta nella pagina precedente.

1. 2.000.000 Ohm = _____.
2. 2.200 Ohm = _____.
3. 500 Ohm = _____.
4. 75 Ohm = _____.
5. 1.500.000 Ohm = _____.
6. 10.000 Ohm = _____.
7. 4.700 Ohm = _____.
8. 200.000 Ohm = _____.

RISPOSTE

1. 2 MΩ o 2 MEG
2. 2,2 KΩ
3. 500 Ω
4. 75 Ω
5. 1,5 MΩ o 1,5 MEG
6. 10 KΩ
7. 4,7 KΩ
8. 200 KΩ o 0,2 MΩ

IL RESISTORE A CARBONE

Il più comune tipo di resistore è quello a carbone. E' fatto di grafite compressa ricoperta da un tipo di vernice isolante. Le bande colorate indicano il valore del resistore. Lo scopo di questo capitolo è insegnare come leggere il codice colori in modo da identificare il valore di un dato resistore.

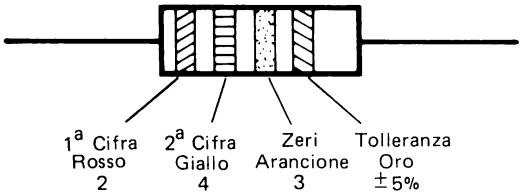
Resistore a carbone

IL CODICE COLORE

Ogni numero da zero a nove è rappresentato da un colore secondo la seguente tabella

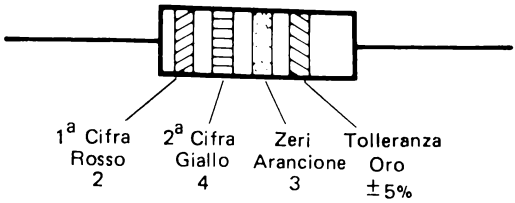
Colore	Numero
Nero	0
Marrone	1
Rosso	2
Arancio	3
Giallo	4
Verde	5
Blu	6
Violetto	7
Grigio	8
Bianco	9

Studiate la tavola e familiarizzatevi col colore che corrisponde a ogni numero. I tre anelli colorati più vicini alla fine del resistore indicano il valore del resistore in ohm. Il quarto anello indica la tolleranza del resistore che verrà spiegata più tardi.



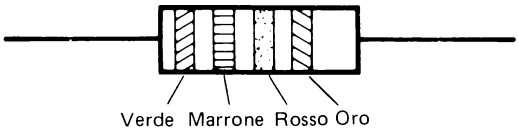
Il primo anello, quello vicino alla fine, rappresenta il più alto ordine di digit del valore del resistore. Il secondo anello rappresenta il secondo digit. Il terzo anello rappresenta il numero di zeri che deve essere aggiunto ai primi due digit.

NOTA: Se la terza banda è nero non si deve aggiungere nessuno zero. Il valore del resistore è uguale ai numeri indicati dalle prime due bande.



I tre anelli vicini alla fine del resistore, rappresentato sopra sono: rosso, giallo, arancio.

Rosso = 2
Giallo = 4
Arancio = 3 (numero di zeri) 24.000Ω o 24 KΩ

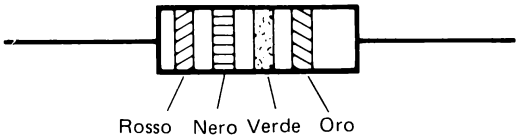


Qual'è il valore di questo resistore? _____

Se la vostra risposta è 5.100Ω oppure 5,1 KΩ, avete risposto esattamente.

Anello di Tolleranza

Il quarto anello indica il grado di precisione o tolleranza al quale il resistore è fabbricato. L'anello viene chiamato anello di tolleranza ed è normalmente oro o argento.



Qual'è il valore di questo resistore? _____

Se avete risposto 2 MΩ è esatto.

Il quarto anello color oro indica che la tolleranza di questo resistore è ±5%. Ciò significa che il valore effettivo di questo resistore può essere il 5% più grande o il 5% più piccolo del valore indicato dai primi tre anelli ed essere ancora entro le specifiche.

5% di 2.000.000 = 100.000
+5% = 2.100.000 Ω
−5% = 1.900.000 Ω

Se il quarto anello fosse color argento, la tolleranza del resistore sarebbe ±10%. Se non ci fosse quarto anello, la tolleranza sarebbe ±20%.

Oro	= ±5%
Argento	= ±10%
Senza quarto anello	= ±20%

Qual'è il valore e la tolleranza dei seguenti resistori?

1.

Marrone
Nero Valore _____.
Rosso
Oro Tolleranza _____.

2.

Arancione
Nero Valore _____.
Giallo
Oro Tolleranza _____.

3.

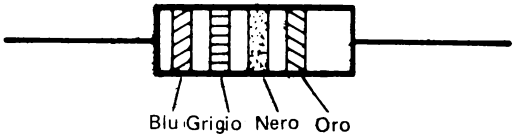
Verde
Marrone Valore _____.
Arancione
Argento Tolleranza _____.

4.

Giallo
Viola Valore _____.
Marrone
Tolleranza _____.

RISPOSTE

1.	1 KΩ	±5%	3.	51 KΩ	±10%
2.	300 KΩ	±5%	4.	470 Ω	±20%



Qual'è il valore di questo resistore?_____.

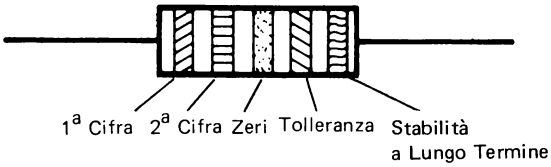
Se avete risposto 68Ω è esatto.

Gli anelli blu e grigio indicano che le prime due cifre sono 68. Il terzo anello indica che si devono aggiungere zero zeri. (Ricordate, il terzo anello indica il numero di zeri *da aggiungere*). Il quarto anello color oro indica una tolleranza del ±5%.

I resistori con valore compreso tra 10Ω e 99Ω avranno tutti il terzo anello nero.

Il Quinto Anello

A volte troverete resistori con un quinto anello. Questo anello è usato per indicare la *stabilità a lungo termine* e la tolleranza del resistore. In questo corso non avrete a che fare con questo fattore. Comunque, dovrete essere in grado di riconoscere questo anello così che potrete determinare il valore di resistenza del resistore.



Notate che l'anello di stabilità a lungo termine è all'estremità del resistore vicino all'anello di tolleranza. Per determinare il valore di un resistore con questo anello, mettete il resistore in modo che l'anello di tolleranza color oro o argento sia alla vostra destra e poi leggete gli anelli colorati nel modo normale.

RIPASSO

Qual'è il valore e la tolleranza dei seguenti resistori:

1.

Blu
Grigio Valore _____
Marrone
Argento Tolleranza _____

2.

Marrone
Nero Valore _____
Arancione
Tolleranza _____

3.

Marrone
Nero Valore _____
Rosso
Oro Tolleranza _____

4.

Marrone
Nero Valore _____
Verde
Oro Tolleranza _____

5.

Giallo
Viola Valore _____
Rosso
Argento Tolleranza _____

6.

Blu
Grigio Valore _____
Giallo
Tolleranza _____

7.

Rosso
Rosso
Giallo Valore _____
Oro
Arancione Tolleranza _____

8.

Viola
Verde Valore _____
Nero
Oro Tolleranza _____

9.

Bianco
Marrone Valore _____
Marrone
Argento Tolleranza _____

10.

Giallo
Viola Valore _____
Nero
Oro Tolleranza _____

RISPOSTE

1.	680Ω	±10%	
2.	10 KΩ	±20%	
3.	1 KΩ	± 5%	
4.	1 MΩ	± 5%	
5.	4,7 KΩ	±10%	
6.	680 KΩ	±20%	
7.	220 KΩ	± 5%	(Ha l'anello di stabilità a lungo termine)
8.	75Ω	± 5%	
9.	910Ω	±10%	
10.	47Ω	± 5%	

Per fare altra pratica elencate i valori dei resistori del package di Componenti BK-5

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Per confrontare le vostre risposte, andate all'elenco dei componenti del Capitolo 3.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests finali hanno lo scopo di determinare come avete imparato gli argomenti presentati nel capitolo. Prendete il test finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti, avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potrete passare direttamente al prossimo capitolo.

- Se avete sbagliato una o due risposte dovete ripassare gli argomenti relativi a quelle risposte. Quando capite perchè avete sbagliato e sapete rispondere correttamente a quelle domande passate direttamente al prossimo capitolo.

- Se avete sbagliato più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario, cercate aiuto. Quando vi rendete conto di aver capito gli argomenti presentati, prendete il test finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test. Se siete stati capaci di rispondere correttamente a tutti i quesiti andate al prossimo capitolo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare finchè non avrete capito gli argomenti presentati e poi passate al prossimo capitolo.

CAPITOLO 2

TEST FINALE # 1

Associate i simboli schematici al nome appropriato.

a.

b.

c.

d.

e.

f.

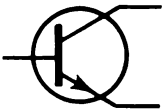
g.

h.

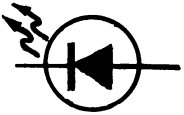
i.

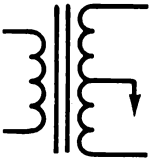
j.

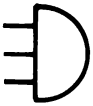
k.

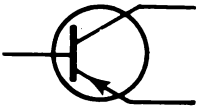
l. 

m.

n. 

o. 

p. 

q. 

1. Batteria _____
2. Interruttore Aperto _____
3. Lampada _____
4. Resistore _____
5. Condensatore _____
6. Trasformatore _____
7. Cordone di Alimentazione _____
8. Massa _____

9. Diodo _____ 13. Induttore _____

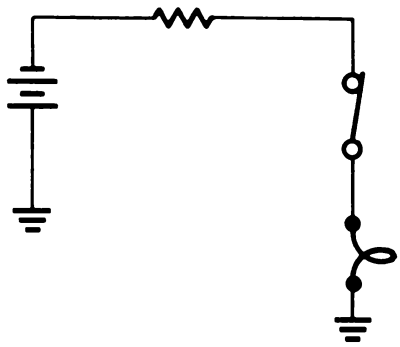
10. Potenziometro _____ 14. Diodo Zener _____

11. Transistore NPN _____ 15. Transistore PNP _____

12. Interruttore Chiuso _____ 16. Fusibile _____

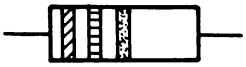
17. Diodo Emettitore di Luce _____

18. Disegnate le frecce che indicano la direzione del flusso della corrente degli elettroni.



Qual'è il valore e la tolleranza dei seguenti resistori.

19. Arancione-Arancione-Giallo



_____ Ω

_____ Tolleranza

20. Blu-Verde-Arancione-Oro

_____ Ω

_____ Tolleranza

CAPITOLO 2

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. g
2. i
3. d
4. m
5. h
6. o
7. p
8. a
9. c
10. f
11. l
12. j
13. b
14. k
15. q
16. e
17. n
18. senso orario
19. 330 KΩ 20%
20. 65 KΩ 5%

CAPITOLO 2

TEST FINALE # 2

Associate i simboli schematici al nome appropriato.

a.

b.

c.

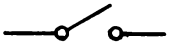
d.

e.

f.

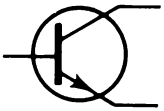
g.

h.

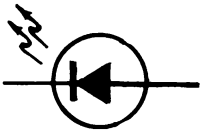
i. 

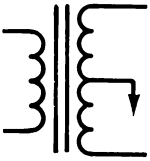
j.

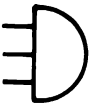
k.

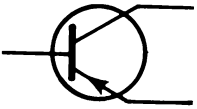
l. 

m.

n. 

o. 

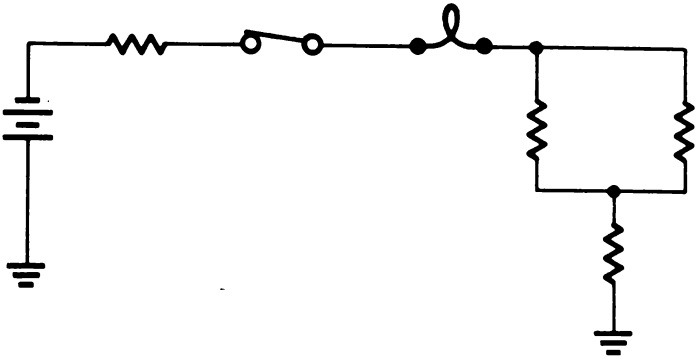
p. 

q. 

1. Fusibile _____
2. Interruttore Chiuso _____
3. Transistore NPN _____
4. Batteria _____
5. Diodo _____
6. Massa _____
7. Induttore _____
8. Trasformatore _____

9. Resistore _____
10. Lampada _____
11. Transistore PNP_____
12. Interruttore Aperto_____
13. Cordone di Alimentazione_____
14. Condensatore_____
15. Potenziometro _____
16. Diodo Zener_____
17. Diodo emettitore di luce_____

18. Segnate le frecce che indicano la direzione del flusso della corrente degli elettroni.



Qual'è il valore e la tolleranza dei seguenti resistori

19. Marrone-Giallo-Verde _____ Ω

_____ Tolleranza

20. Grigio-Blu-Arancione _____ Ω

_____ Tolleranza

21. Oro-Arancione-Giallo-Rosso _____ Ω

_____ Tolleranza

22. Argento-Rosso-Arancione-Giallo _____ Ω

_____ Tolleranza

CAPITOLO 2

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. e
2. j
3. l
4. g
5. c
6. a
7. b
8. o
9. m
10. d
11. q
12. i
13. p
14. h
15. f
16. k
17. n
18. senso orario
19. 1,4 MΩ
    20% di Tolleranza
20. 86 KΩ
    20% di Tolleranza
21. 24 KΩ
    5% di Tolleranza
22. 4,3 KΩ
    10% di Tolleranza

CAPITOLO 3

KIT PER ESPERIMENTI DI ELETTRONICA FONDAMENTALE TESTER ED OSCILLOSCOPI

INTRODUZIONE

Nei Capitoli che seguono effettuerete esperimenti pratici che dimostrano i concetti insegnati nel corso di Elettronica Fondamentale. Per eseguire questi esperimenti userete il Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale, un Tester, ed un Oscilloscopio. Questo capitolo tratterà di ognuno di essi e Vi insegnerà ad usarli. Comunque, se non avete avuto nessuna precedente esperienza nell'uso dell'Oscilloscopio, chiedete aiuto a qualcuno esperto in elettronica per farvi insegnare come si usano questi strumenti.

OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete capaci di fare quanto segue:

- Effettuare qualsiasi esperimento riportato nei capitoli seguenti seguendo le istruzioni date.
- Preparare ed eseguire gli esperimenti senza danneggiare durante l'uso il Tester o l'Oscilloscopio.
- Mettere a posto ed indicare qualsiasi componente indicato nelle istruzioni degli esperimenti.

IL KIT PER ESPERIMENTI DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

SCOPO

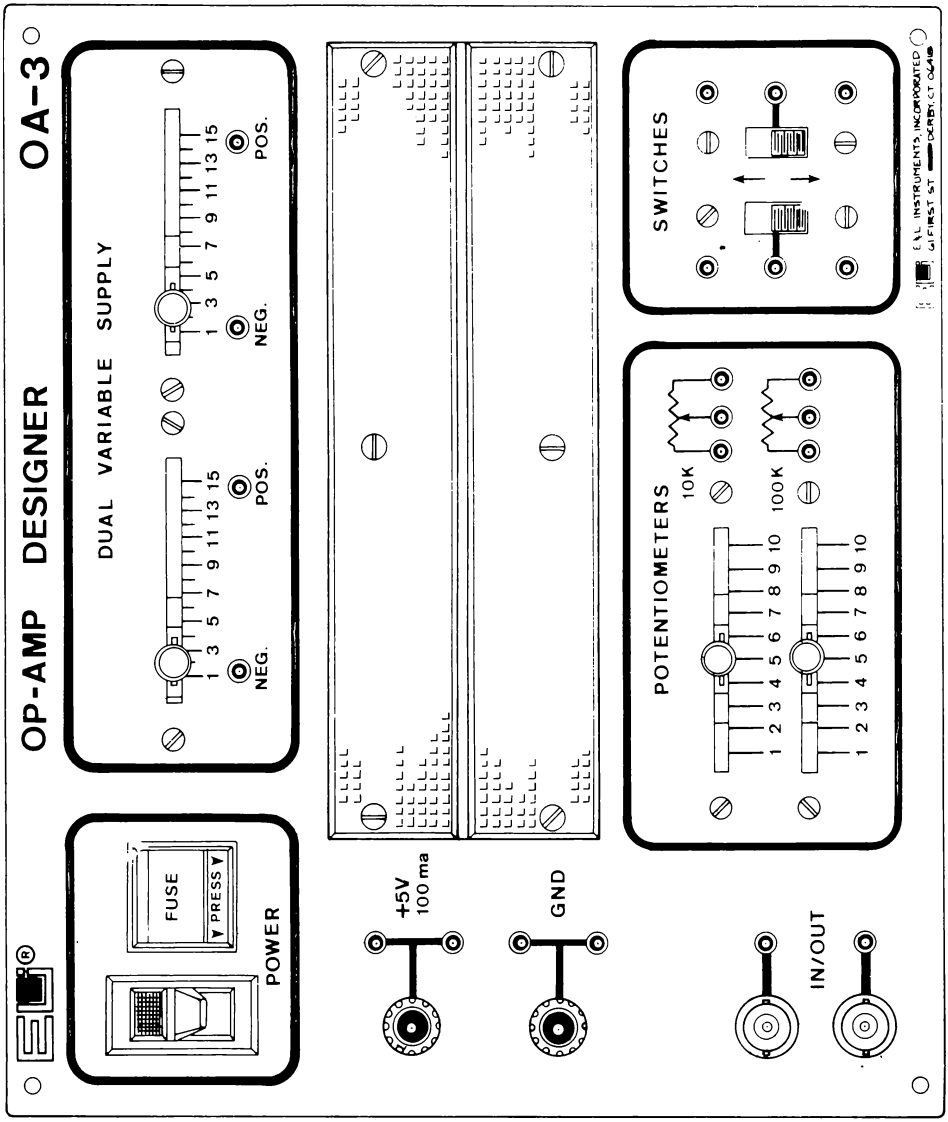
Lo scopo del Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale è di darvi l'opportunità di mettere in pratica la conoscenza teorica di Elettronica Fondamentale che otterrete con questo corso. Con il Kit sarete capaci di preparare esperimenti che vi dimostreranno i concetti appresi.

Questi esperimenti consistono nella realizzazione effettiva da parte vostra di diversi circuiti usando il kit per esperimenti. Poi userete il Tester e l'Oscilloscopio per controllare e verificare i livelli di tensione nei diversi punti dei circuiti.

COME SI USA IL KIT PER ESPERIMENTI DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

Il Kit per esperimenti di Elettronica Fondamentale, il BEK-1, comprende l'OA-3 Op-Amp Designer, l'LR-31 Function Generator, l'Outboard® LR-31, generatore di funzioni, e il corredo BK-5 di componenti discreti necessari per compiere tutti gli esperimenti di questo libro.
L'OA-3 funge da unità fondamentale su cui tutti i circuiti saranno costruiti. Esso contiene i circuiti che forniscono le tensioni necessarie per gli esperimenti. Questi circuiti si chiamano alimentatori. Una piastra, la nota SK-10, che contiene diversi fori plug-in, fa pure parte del Designer. Questa piastra è chiamata "breadboard". Inserirete i terminali dei componenti elettrici nei vari fori del breadboard e, in questo modo, costruirete un circuito, inserendo i conduttori nelle prese degli alimentatori e l'altro capo di questi conduttori in fori prestabiliti del breadboard, così da avere la tensione richiesta applicata al vostro circuito sperimentale. Ci sono manopole di controllo su cui agire per controllare il livello della tensione in uscita degli alimentatori. Prima di usare realmente le unità leggete i manuali di istruzione dell'OA-3 e dell'LR-31.

Di seguito ci sono più dettagliate notizie relative ai componenti del Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale e al loro impiego.



Riproduzione del pannello frontale dell'OP-AMP DESIGNER OA-3 della E & L Instruments, rappresentata in Italia dalla Microlem divisione didattica, di Milano.

DESCRIZIONE

L'OA-3 OP-Amp Designer contiene gli alimentatori, il breadboard e altra circuiteria interna necessaria per gli esperimenti che si devono eseguire nei capitoli successivi. Nella pagina precedente c'è un disegno dello strumento. Usate il disegno per localizzare le caratteristiche elencate qui sotto.

CARATTERISTICHE

- Power (Alimentazione)
  Interruttore principale con lampada spia e fusibile da 1/2 A Slo-Blo

- Dual Variable Supply (Alimentatore variabile doppio)
  Controllo a cursore, uscita con regolazione da 0 - 15V, terminali di uscita positivi e negativi.

- Breadboard
  Centoventotto sets di terminali a 5 connettori. Otto sets di strisce a 25 connettori.

- Switches (Interruttori)
  Due interruttori a cursore SPDT disponibili per il collegamento degli interruttori, tre per ogni interruttore.

- Potentiometers (Potenziometri)
  Potenziometri a cursore da 10 KΩ e 100 KΩ.
  Connettori Jacks, tre per ogni potenziometro.

- Binding Posts (Morsetti)
  Morsetto nero collegato alla massa dello chassis dello strumento (GND)
  Morsetto rosso che fornisce +5V rispetto alla massa dello chassis dello strumento.

- Input/Output Connectors (Connettori di ingresso/uscita)
  Due connettori BNC non collegati.

Alimentazione

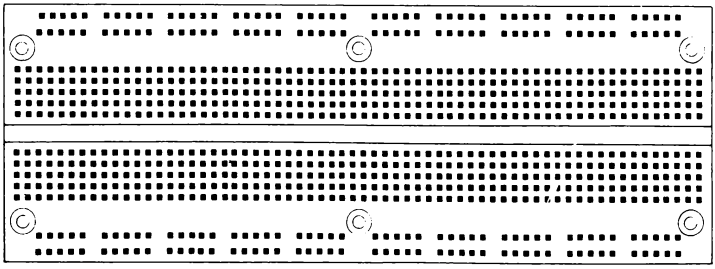
L'OA-3 OP-Amp Designer funziona a 105-125 Vca ed è protetto con fusibile da 0,5 A Slo-Blo. Opzionalmente è disponibile a 230V.

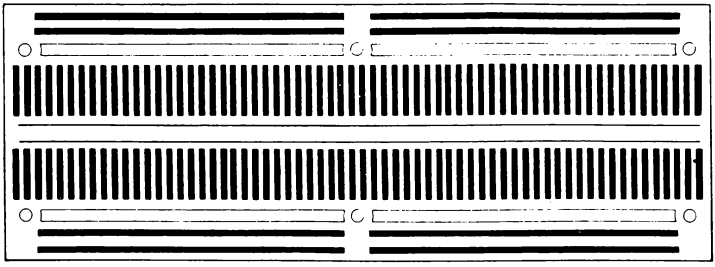
Breadboard

Il breadboard è progettato per realizzare i diversi esperimenti di cui tratterete durante questo corso. Gruppi di fori sono collegati internamente così che molti componenti o conduttori potranno avere un collegamento comune se opportunamente sistemati sul breadboard.

Sotto è illustrato il davanti e il retro del breadboard per mostrare come sono intercollegati i fori. Studiate questa sistemazione in modo che essa vi sia familiare quando costruirete i circuiti per gli esperimenti.

Breadboard-Lato superiore





Breadboard-Connessioni interne

I fori del breadboard accettano componenti con dimensione dei terminali fino a 0,635 mm. Ciò equivale al diametro dei terminali di quasi tutti i componenti da 1/4W, come quelli forniti nel package di componenti BK-5. Questa dimensione (0,635 mm) è anche l'equivalente del diametro del cavetto AWG 22.

Il cavetto AWG 22 va bene nel breadboard così come nelle prese di ingresso-uscita dell'OA-3. Tentare di usare conduttori maggiori di 0,635 mm può danneggiare il breadboard. Se necessario, si consiglia l'uso dei PIN.

Alimentatori

L'OA-3 Op-Amp Designer ha tre alimentatori stabilizzati. L'alimentatore a +5Vcc è fisso ed è posto alla sinistra del breadboard. Il polo negativo di questo alimentatore è collegato direttamente allo chassis (GND) dello strumento. Notate che la corrente massima ottenibile dell'alimentatore è di 100 mA. Gli altri due alimentatori forniscono 0 - 15Vcc e sono *floating* (appesi, cioè non collegati). Ciò significa che essi funzionano essenzialmente come batterie a tensione variabile. Sia il polo negativo (NEG) che il positivo (POS) possono essere collegati alla massa. Poi l'altro polo fornirà la necessaria tensione positiva o negativa. I due alimentatori sono completamente indipendenti e possono fornire una corrente massima di 50 mA c.c..

Tutti gli alimentatori hanno un circuito di protezione per prevenire un danno interno a causa di cortocircuito o sovraccarico. Comunque, bisogna usare accortezza per fare si che tali situazioni non si verifichino.

Altre Caratteristiche

Le altre caratteristiche del Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale BEK-1, compreso il funzionamento dell'Outboard LR-31, Generatore di Funzioni, saranno spiegate quando sarà necessario per i futuri esperimenti.

REGOLE BASILARI PER AFFRONTARE GLI ESPERIMENTI

Nei capitoli seguenti per compiere gli esperimenti userete l'OA-3 Op-Amp Designer. Prima di preparare qualsiasi esperimento, ci sono alcune regole basilari da seguire:

1. Togliete dal breadboard tutti i componenti del precedente esperimento.

2. Inserite il cavo d'alimentazione del OA-3 Designer in una presa a muro ma non alimentatelo finchè non sia stato costruito il circuito completo e non siano stati verificati due volte i collegati e la posizione dei componenti.

3. Ponete tutti gli interruttori in posizione (orientati verso il basso).

4. Mettete alla tensione minima entrambi gli alimentatori variabili, posizionando i comandi a sinistra.

5. Familiarizzatevi con le connessioni interne del breadboard.

6. Usate i componenti giusti richiesti per l'esperimento.

7. Come ultima cosa alimentate l'OA-3 Designer.

FORMATO DELLE ISTRUZIONI PER L'ESPERIMENTO

Per ogni esperimento le istruzioni sono presentate nel seguente formato:

SCOPO

La materia descritta sotto questo titolo indica lo scopo da raggiungere con l'esperimento. E' bene avere in mente questo scopo mentre effettuate l'esperimento.

SCHEMA

Sotto questo titolo c'è uno schema del circuito completo che costruirete nell'esperimento. Prima di andare avanti con l'esperimento analizzate e studiate questo schema per capire il circuito in questione.

ELENCO DELLE ATTREZZATURE

Nella Sezione V dell'Appendice viene fornito, per ogni esperimento, l'elenco dei componenti necessari per l'esecuzione dello stesso, da eseguirsi sull'OA-3 con l'eventuale ausilio dell'Outboard LR-31. Il set di componenti necessario per fare tutti gli esperimenti è conosciuto come il BEK-1. Tutto ciò è disponibile presso la MICROLEM divisione didattica, tel. (02) 27.10.465 o i punti di vendita autorizzati. Prima di iniziare l'esperimento siate certi di avere i componenti esatti.

PASSI

Sotto il titolo di ciascun passo sequenziale, per es. Passo 1, Passo 2, Passo 3, ecc. sono specificate le istruzioni per procedere nell'esperimento. In certi punti vengono anche fatte delle domande. Se rispondete ad esse avete completato quella porzione (passo) di esperimento. Dopo aver scritto la vostra risposta, confrontatela con quella fornita di seguito. Se le due risposte non concordano, prima di continuare assicuratevi di aver ben compreso la diversità.

IL TESTER (MULTIMETRO)

Per provare i circuiti realizzati nell'esperimento, userete il Tester. Il Tester è uno strumento da usare senza timori. Comunque, è uno strumento delicato e, come tutti gli strumenti delicati, si può danneggiare se lo si usa impropriamente. Di seguito sono riportate alcune precauzioni fondamentali riguardanti il Tester, che dovrebbero essere osservate:

CONSERVAZIONE

Quando non si usa il Tester, ponete il Selector Switch (Commutatore di selezione) nella posizione OFF o nella posizione corrispondente alla più alta tensione quando è nella sezione Vca. Questo farà sì che le batterie siano disconnesse da ogni circuito interno e non si scarichino per un uso non voluto.

BLOCCO DELL'AGO

I segni posti su ciascuna delle quattro sezioni (Vcc, Ω, mA, Vca) del Selector Switch indicano i *massimi* che possono essere misurati in quella particolare predisposizione.
Per prevenire danni all'ago indicatore ponete il Selector Switch nella posizione più alta di quella sezione, prima di misurare tensioni, correnti o resistenze sconosciute.

Posizionamento del Selector Switch:

Le sonde dello strumento devono essere scollegate dal circuito in prova prima di riposizionare il Selector Switch.

ALTRE PRECAUZIONI

- Quando il Tester viene usato per misure di corrente, collegate lo strumento in SERIE ai componenti del circuito.
- Prima di misurare circuiti con il Tester controllate sempre la POLARITA'.
- Non provate a misurare con il Tester *correnti* alternate.

Prendendo familiarità con queste precauzioni e seguendole, potrete usare il tester senza paura di danneggiarlo o di danneggiare il circuito in prova.

OSCILLOSCOPIO

Nei successivi capitoli del corso userete un Oscilloscopio per effettuare alcuni esperimenti. Il tipo di oscilloscopio consigliato è stato descritto a pag. XII, al capoverso "APPARECCHIATURE RICHIESTE".

Se non avete familiarità con l'uso di un Oscilloscopio, chiedete a una persona qualificata di istruirvi.

ELENCO DEI COMPONENTI

La seguente è una lista dei componenti necessari per fare tutti gli esperimenti contenuti in questo libro. Questi componenti nel loro insieme sono noti come package BK-5 della E & L Instruments (per l'Italia Microlem divisione didattica - Milano).

Quantità	Descrizione
	Resistori
1	47Ω
1	220Ω
2	470Ω
2	1 KΩ
2	2,2 KΩ
1	4,7 KΩ
3	10 KΩ
1	22 KΩ
2	1 MΩ

	Condensatori		
1	0,001 μF	1	0,03 μF
1	0,003 μF	1	0,33 μF
1	0,01 μF	1	3,3 μF
1	0,1 μF		
1	1 μF	Sono forniti con	
1	10,0 μF	l'Outboard LR-31	

	Semiconduttori
1	Transistore 2N2218A
1	Transistore 2N2905
1	Diodo Zener 1N755
4	Diodo 1N914
1	Diodo emettitore di luce (LED)
1	Pacco di cavetti EC-1

ELENCO DEI MATERIALI E DEGLI ATTREZZI

La seguente è una lista di attrezzi e materiali raccomandati che sono necessari per effettuare gli esperimenti di questo corso.

- Tagliafilo/spelafilo
- Pinze a punte lunghe
- Cacciavite (da orologiaio)

CAPITOLO 4

LA LEGGE DI OHM

TEST INIZIALE

Istruzioni

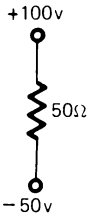
Questo è un test iniziale che ha lo scopo di verificare la vostra conoscenza attuale degli argomenti trattati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza di questi argomenti tale da essere capaci di completare il test, facendo non più di un errore, potete non studiare questo capitolo.
Invece, se sbagliate più di una risposta dovrete completare la vostra conoscenza con le informazioni di questo capitolo.

Dopo che avete completato questo test, confrontate le vostre risposte con quelle riportate alla pagina che segue il test.

1. Scrivete le tre forme dell'equazione relativa alla legge di Ohm.

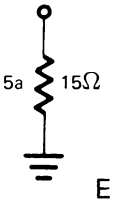
Risolvete ciascuno dei seguenti problemi:

2.



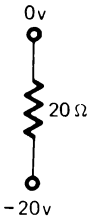
= _____

3.



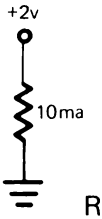
E = _____

4.



= _____

5.

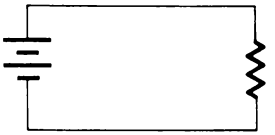


R = _____

6.

R = _____

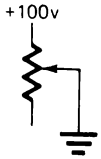
Che cosa accade alla tensione in questo circuito se:



7. La corrente aumenta e la resistenza è costante? _____

8. La corrente è costante e la resistenza diminuisce? _____

In quale direzione (su o giù) deve muoversi il cursore del potenziometro per dare in questo circuito l'effetto indicato?

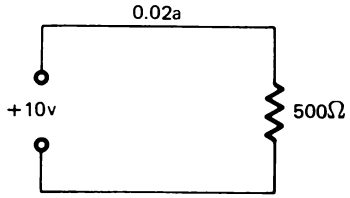


9. Aumento di resistenza _____

10. Aumento di corrente _____

11. L'unità di misura della potenza è _____

12. Calcolate la potenza assorbita da questo circuito:



Risposta: _____

CAPITOLO 4

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. $I = \frac{E}{R}$ $R = \frac{E}{I}$ $E = I \times R$
2. 3A
3. 75V
4. 1A
5. 200Ω
6. 10Ω
7. La tensione aumenta
8. La tensione diminuisce
9. Giù
10. Su
11. watt
12. 0,2W

Se avete risposto correttamente a tutte le domande, o ne avete sbagliato solo una, avete apparentemente una buona conoscenza degli argomenti trattati in questo capitolo. Potete quindi passare direttamente al prossimo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate questo capitolo.

CAPITOLO 4

LA LEGGE DI OHM

INTRODUZIONE

Ora sapete che i circuiti elettrici sono costituiti di un generatore di tensione, o f.e.m., collegato per mezzo di un conduttore ad un dispositivo con resistenza attraverso cui la corrente può fluire. Quando si realizzano tutti questi fattori, è realizzato un percorso completo per il flusso della corrente. In tal modo ogni circuito funzionante ha tre caratteristiche misurabili: tensione, resistenza e corrente. Conoscendo il valore di due di queste tre caratteristiche, potete determinare la terza. Questa relazione è conosciuta come la legge di Ohm.

OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete capaci di fare quanto segue:

- Scrivere l'equazione della legge di Ohm in ciascuna delle sue tre forme.
- Calcolare, in un circuito con resistori, corrente, tensione o resistenza, conoscendo i valori di due di questi tre fattori.
- Calcolare la quantità di potenza dissipata da un componente.

REQUISITI INIZIALI

In questo Capitolo, come nei successivi, si richiede la conoscenza della matematica fondamentale. Cioè moltiplicazione, divisione e sistemazione della virgola. Inoltre dovete essere capaci di operare le conversioni dalla unità decimale in altre unità come milli, micro kilo o mega. Nell'appendice alla sezione conversioni c'è un ripasso su questi argomenti.

LEGGE DI OHM

E' stato scoperto che in un circuito *tensione, corrente e resistenza* sono direttamente legate tra loro, sicchè, se conoscete due di esse, si può determinare la terza.
Questa relazione tra tensione, corrente e resistenza è nota come la *legge di Ohm*.

$$\mathbf{I}\ \text{CORRENTE} = \frac{\mathbf{E}\ \text{TENSIONE}}{\mathbf{R}\ \text{RESISTENZA}}$$

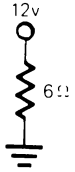
La legge di Ohm afferma che la corrente che scorre in un circuito è uguale alla tensione ai capi del circuito divisa per la resistenza del circuito. In questa equazione la corrente è espressa in ampere, la tensione in volt e la resistenza in ohm.

La formula precedente è la formula fondamentale della legge di Ohm. Per risolvere ogni problema che comprende corrente, tensione o resistenza, dovete semplicemente sostituire nella formula i due valori noti e poi trovare il terzo.

Ricordate che:

I = Corrente E = Tensione R = Resistenza

Esempio 1



In questo circuito sono dati la tensione e la resistenza. Si deve determinare la corrente.

Per fare ciò, prima scrivete la formula per risolvere il problema.

$$I = \frac{E}{R}$$

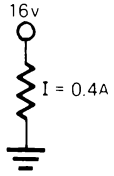
Il passo successivo è di sostituire nella formula i valori noti.

$$I = \frac{E}{R} \qquad I = \frac{12\ V}{6\Omega}$$

L'ultimo passo è di risolvere semplicemente il problema. Cioè dividere 12 per 6Ω.

$$I = \frac{E}{R} \qquad I = \frac{12\ V}{6\Omega} \qquad = 2\ A$$

Esempio 2



In questo circuito sono noti la corrente e la tensione. Il problema è di trovare qual'è il valore del resistore usato.

Di nuovo, il primo passo è di scrivere la formula. Poichè è la resistenza (R) il valore incognito, la formula fondamentale della legge di Ohm si deve scrivere come segue:

$$R = \frac{E}{I}$$

Il passo successivo è di sostituire nella formula i valori noti.

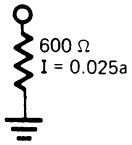
$$R = \frac{E}{I} \qquad R = \frac{16\ V}{0{,}4\ A}$$

E ancora, il passo finale è semplicemente quello di risolvere il problema. Questa volta la tensione, 16 V, è divisa per la corrente 0,4A, e il risultato è 40Ω.

$$R = \frac{E}{I} \qquad R = \frac{16\ V}{0{,}4\ A} \qquad = 40$$

Notate, quando risolvete questo problema, che è importante sistemare correttamente la virgola.

Esempio 3



In questo circuito sono dati i valori della resistenza e della corrente. Il problema è determinare la tensione applicata al circuito.

Il primo passo è scrivere la formula. Poichè il valore sconosciuto è la tensione (E), si dovrà riscrivere la formula fondamentale della legge di Ohm. Per ricavare E la formula è come segue:

$$E = I \times R$$

Dopo aver scritto la formula, sostituite in essa i valori noti.

$$E = I \times R \qquad E = 0{,}025A \times 600\Omega$$

Il passo finale è di effettuare i calcoli per risolvere il problema. Dovete sempre avere cura di sistemare correttamente la virgola.

$$E = I \times R$$

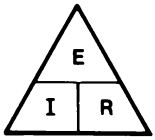
$$E = 0{,}025A \times 600\Omega = 15V$$

In ognuno di questi esempi si è usata la legge di Ohm per calcolare il valore mancante. Per fare questo è stato necessario avere due valori noti. Poi, usando la versione appropriata della legge di Ohm avete calcolato il valore restante.

Le tre forme della Formula Fondamentale della Legge di Ohm sono:

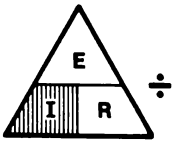
$$I = \frac{E}{R} \qquad R = \frac{E}{I} \qquad E = I \times R$$

Un semplice aiuto per ricordare le tre forme della formula è il triangolo della legge di Ohm.



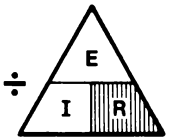
Per usare il triangolo, determinate quale valore è sconosciuto, e poi coprite la lettera che rappresenta quel valore. Le due lettere scoperte rappresentano i valori noti.

Se I (corrente) è incognita, coprite la I. Ciò lascia la E scoperta sopra la R. Ciò significa che per calcolare I, dovete dividere E (tensione) per R (resistenza).



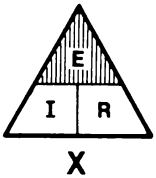
$$I = \frac{E}{R}$$

Per trovare R:



$$R = \frac{E}{I}$$

Per trovare E:



$$E = I \times R$$

Ora che conoscete le formule della legge di Ohm, ci sono alcuni problemi che vi aiuteranno a impararne l'uso.

Problema 1

1. Qual'è il valore non noto?_____
2. Quale formula userete?_____
3. Quali valori sono dati?_____
4. Sostituite questi valori nella formula e determinate il valore incognito.

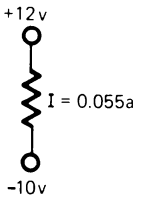
1. Il valore incognito è I (corrente).
2. Dovreste aver indicato che usereste la formula:

$$I = \frac{E}{R}$$

3. Sono dati i valori per E (20V) ed R (15Ω).
4. Sostituendo i valori noti nella formula, avreste dovuto calcolare che I è uguale a 1,33A

$$I = \frac{E}{R} \qquad I = \frac{20\ V}{15\Omega} = 1{,}33\ A$$

Problema 2



In questo problema le tensioni sono indicate come in molti schemi. Notato i livelli positivo e negativo della tensione.

1. Qual'è il valore incognito?_____
2. Quale formula userete?_____
3. Quali valori sono dati?_____
4. Sostituite i valori noti nella formula e determinate il valore incognito.

1. In questo circuito il valore incognito è R (resistenza).
2. Userete la formula:

$$I = \frac{E}{I}$$

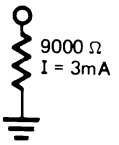
3. I valori dati sono E (22V) e I (0,055 A).

Per determinare E (tensione) calcolate la differenza totale di potenziale che c'è lungo il circuito. Troverete che la differenza tra +12V e –10V è 22V.

4. Sostituendo questi valori nella formula calcolerete R uguale a 400Ω

$$R = \frac{E}{I} \qquad R = \frac{22\ V}{0{,}055\ A} = 400\Omega$$

Problema 3



1. Qual'è il valore incognito?_____
2. Quale formula userete?_____
3. Quali valori sono assegnati?_____
4. Sostituite e risolvete.

1. Il valore incognito è E (tensione).
2. Sceglierete la formula E = I x R
3. Sono dati i valori per I (3 mA) ed R (9000Ω).

Notate che la corrente è data in mA. I mA devono essere convertiti in A prima di eseguire il calcolo

$$3\ mA = 0{,}003\ A$$

4. Sostituendo i valori noti nella formula calcolerete E uguale a 27V.

$$E = I \times R \qquad E = 0{,}003 \times 9000 = 27V$$

RIPASSO

Risolvete i seguenti problemi determinando i valori incogniti. Poi confrontale le vostre risposte con quelle della pagina seguente.

1.

I = _____

E = _____

R = _____

2.

I = _____

E = _____

R = _____

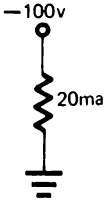
3.

I = _____

E = _____

R = _____

4.

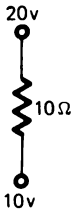


I = _____

E = _____

R = _____

5.



I = _____

E = _____

R = _____

6.

I = _____

E = _____

R = _____

7.

I = _____

E = _____

R = _____

8.

I = _____

E = _____

R = _____

9.

I = _____

E = _____

R = _____

Verificate con cura le vostre risposte. Se rispondete a qualcuna in modo non corretto, rivedete il vostro lavoro per trovare l'errore.

RISPOSTE

(1) I = 1A, E = 50V, R = 50Ω

(2) I = 2A, E = 50V, R = 25Ω

(3) I = 3mA, E = 75V, R = 25 KΩ

(4) I = 0,02 A o 20 mA, E = 100V, R = 5 KΩ

(5) I = 1A, E = 10V, R = 10Ω

(6) I = 0,2A o 200mA, E = 50V, R = 250Ω

(7) I = 3A, E = 60V, R = 20Ω

(8) I = 25A, E = 1,250V, R = 50Ω

(9) I = 18A, E = 90V, R = 5Ω

SOLUZIONI

(1) I = incognita
E = 100V – 50V = 50V
R = 50Ω

$$I = \frac{E}{R} = \frac{50V}{50\Omega} = 1A$$

(2) I = 2A
E = (–100) – (–50) = 50V
R = incognita

$$R = \frac{E}{I} = \frac{50V}{2A} = 25\Omega$$

(3) I = incognita
E = 75V – 0V = 75V
R = 25 x KΩ (1.000)
= 25.000Ω

$$I = \frac{E}{R} = \frac{75V}{25.000\Omega} = 0{,}003A \text{ o } 3\ mA$$

(4) I = 20 mA o 0,02A
E = 100V
R = incognita

$$R = \frac{E}{I} = \frac{100V}{0{,}02A} = 5000\Omega \text{ o } 5\ K\Omega$$

(5) I = incognita
E = 10V
R = 10Ω

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10V}{10\Omega} = 1A$$

(6) I = incognita
E = 50V
R = 250Ω

$$I = \frac{E}{R} = \frac{50V}{250\Omega} = 0{,}2A \text{ o } 200\ mA$$

(7) I = 3A
E = (–50) – (+10) = 60V
R = incognita

$$R = \frac{E}{I} = \frac{60V}{3A} = 20\Omega$$

(8) I = 25A
E = incognita
R = 50Ω

$$E = I \times R = 25A \times 50\Omega = 1.250V$$

(9) I = incognita
E = (+100) – (+10) = 90V
R = 5Ω

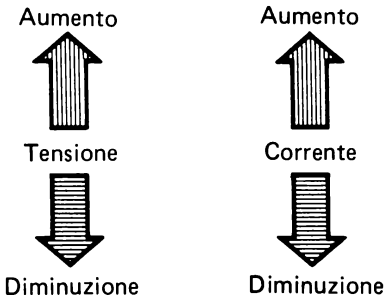
$$I = \frac{E}{R} = \frac{90V}{5\Omega} = 18A$$

RELAZIONI

Finora avete osservato qualche relazione tra tensione, corrente e resistenza.

In un circuito dove la resistenza resta costante e la tensione aumenta, anche la corrente aumenta. Se la tensione diminuisce anche la corrente diminuisce.

Con resistenza costante, un cambiamento della Tensione determina un cambiamento della corrente nello stesso senso.

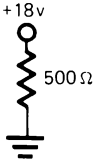


E' vero anche l'opposto. Tenendo costante la resistenza, una variazione di corrente determina una variazione della tensione ai capi della resistenza. Cioè un aumento di corrente determina un aumento di tensione.

Se la tensione è costante e cambia la resistenza, la corrente cambia in senso opposto. Cioè un aumento di resistenza si traduce in una diminuzione della corrente. Ugualmente una diminuzione della resistenza, causa un aumento della corrente.

RIPASSO

1.



a) Se la tensione applicata a questo circuito aumentasse, cosa accadrebbe alla corrente?

_____

_____

b) Calcolate la corrente nel circuito.

Risposta _____

c) Se la tensione applicata a questo circuito divenisse la metà, cosa accadrebbe alla corrente? _____

_____

d) Quale sarebbe il valore della corrente se la tensione applicata al circuito si riducesse a +9V?

Risposta _____

a) Se la corrente è di 0,02A, quant'è la tensione applicata?

Risposta _____

b) Quanto dovrebbe essere la tensione applicata per raddoppiare la corrente?

Risposta _____

3.

a) Che cosa succede al flusso di corrente se il cursore viene spostato in giù?

b) Se la resistenza del circuito mostrato è di 500Ω, quant'è la corrente?

Risposta _____

c) La massima posizione è 1000.
Quanto è la corrente quando il cursore è in questa posizione?

Risposta _____

RISPOSTE

1. a) La corrente aumenterebbe
   b) 0,036 A oppure 36 mA
   c) La corrente diverrebbe la metà
   d) 0,018A o 18 mA

2. a) 120V
   b) 240V

3. a) La corrente diminuisce
   b) 0,02 A o 20 mA
   c) 0,01 A o 10 mA

POTENZA ELETTRICA

Tutte le volte che una forza determina un moto, si compie un lavoro. Riferendoci all'elettricità, questa forza è detta forza elettro-motrice o tensione e il moto è il movimento degli elettroni.

Il lavoro può essere compiuto a velocità diverse. Ci vuole più potenza per fare un certo lavoro in un tempo più breve. Per esempio, una data quantità di elettroni può essere spostata da un punto a un altro in un minuto. Lo stesso numero di elettroni può anche essere spostato della stessa distanza in un secondo, ma è richiesta molto più potenza per muovere gli elettroni in un tempo più breve.
Potenza è la *rapidità* nel fare il lavoro.

Con riferimento alla potenza elettrica, l'unità di misura è il *Watt*. Il Watt è uguale alla corrente per la tensione.

Potenza = Corrente x Tensione

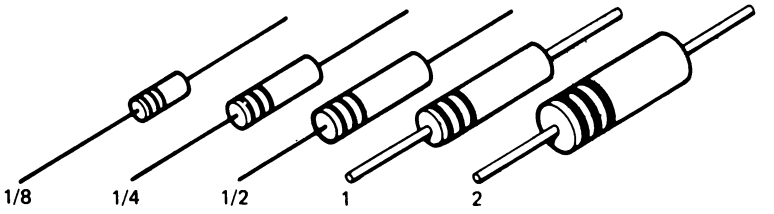
$$W = A \times V$$

CARATTERISTICA DI POTENZA

Per esperienza avete probabilmente notato che la maggior parte dei dispositivi elettrici sono classificati in base alla tensione e potenza (V - W). Il "wattaggio", o caratteristica di potenza, indica la capacità del dispositivo a convertire l'energia elettrica in qualche altra forma di energia come calore o luce di una lampadina di 50W. Ugualmente la caratteristica di potenza dei motori elettrici, dei resistori o degli altri dispositivi elettrici indica la possibilità a cambiare l'energia elettrica in qualche altra forma. In un dispositivo resistivo, quale un saldatore, un tostapane, o un resistore, l'energia elettrica è usata in calore.
Quando più potenza è usata, tanto più calore è prodotto. Questo calore deve essere subito dissipato altrimenti il dispositivo si surriscalda e può danneggiarsi. La caratteristica di potenza di un dispositivo indica quanta potenza può essere trattata senza sovrariscaldamento.

CARATTERISTICA DI POTENZA DEI RESISTORI

I resistori oltre al valore della loro resistenza espresso ohm sono classificati in Watt. I resistori sono costruiti con caratteristiche di potenze diverse per ogni valore di resistenza. Per esempio i resistori a carbone sono disponibili con caratteristiche di 1/8, 1/4, 1/2, 1 e 2 W. Anche se il valore della resistenza è uguale, la dimensione fisica del resistore aumenta. La figura mostra la dimensione dei resistori di diversa potenza.



Stessa resistenza — vantaggio nominale differente

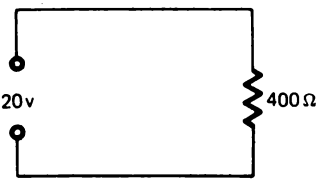
Stesso valore di resistenza — Caratteristica di potenza diversa

CALCOLO DELLA POTENZA

Precedentemente si è detto che la potenza elettrica (watt) è uguale alla corrente per la tensione. Un altro modo di esprimere ciò è:

$$P = I \times E$$

Usando questa formula, calcolata la dissipazione di potenza del resistore in questo circuito.



1. Per prima cosa dovete usare la legge di Ohm per trovare la corrente. Dovreste aver calcolato una corrente pari a 0,05A.

2. Quindi conoscendo la corrente e la tensione, potete determinare la potenza.

$$P = 0{,}05\ A \times 20\ V$$

$$P = 1\ W$$

VARIAZIONI DELLA FORMULA DELLA POTENZA

Poichè la potenza (P) è funzione della corrente e della tensione (I x E), si possono sostituire nella formula della potenza le varie espressioni della legge di Ohm.

La legge di ohm stabilisce che: E = I x R, per cui nella formula della potenza al posto di E si può sostituire (I x R).

$$P = I \times E$$

$$P = I \times (I \times R)$$

$$P = I^2 \times R$$

Usando questa formula se la resistenza è 400Ω e la corrente 0,05A:

$$P = I^2 \times R$$

$$P = (0{,}05 \times 0{,}05) \times 400$$

$$P = 0{,}0025 \times 400$$

$$P = 1\ W$$

Un'altra variazione della formula della potenza si ha sostituendo a (I) $\left(\frac{E}{R}\right)$

$$P = I \times E$$

$$P = \left(\frac{E}{R}\right) \times E$$

$$P = \frac{E \times E}{R}$$

$$P = \frac{E^2}{R}$$

Usando questa formula con tensione pari a 20 V e resistenza di 400Ω:

$$P = \frac{E^2}{R}$$

$$P = \frac{(20 \times 20)}{400}$$

$$P = \frac{400}{400}$$

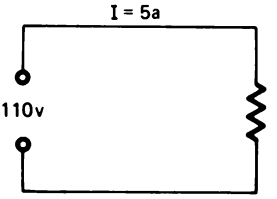
$$P = 1\ W$$

Per determinare la potenza in un circuito o di un componente conoscendo due dei tre valori (corrente, resistenza, tensione), potete usare una di queste tre formule.

$$P = I \times E \qquad P = I^2 \times R \qquad P = \frac{E^2}{R}$$

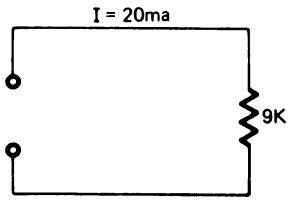
Usando queste formule calcolate la potenza in questi circuiti.

1.



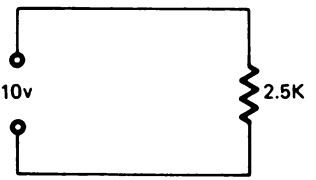
_____ W

2.



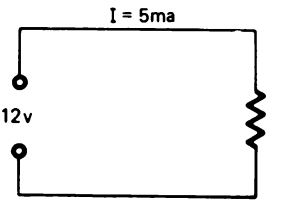
_____ W

3



_____ W

4.



_____ W

RISPOSTE

1. 550W $\qquad P = I \times E$
2. 3,6W $\qquad P = I^2 \times R$
3. 0,04W o 40 mW $\qquad P = \frac{E^2}{R}$
4. 0,06W o 60 mW $\qquad P = I \times E$

STIMA DEI VALORI

Nella pratica di ogni giorno raramente è necessario calcolare l'esatto valore della tensione e della corrente. Di solito è sufficiente una buona stima di essi. Negli esperimenti alla fine del capitolo avrete la possibilità di effettuare la stima dei valori.

Di seguito ci sono alcuni suggerimenti per aiutarvi nella stima dei valori.

- Stabilita una posizione comune della virgola. Per esempio trasformate 500Ω in 0,5 KΩ quando gli altri valori sono in KΩ.

- Arrotondate i valori a quantità con cui sia facile lavorare. Per esempio cambiate 7,2 KΩ in 7 KΩ, 470Ω in 500Ω o in 0,5 KΩ.

La stima dei valori fatta anticipatamente vi da una riprova della precisione del vostro lavoro.

ESPERIMENTI

I seguenti esperimenti sono ideati per supportare la teoria insegnata in questo Capitolo. Userete un tester per misurare tensioni e correnti.

Per effettuare questi esperimenti avrete bisogno di quanto segue:

- Kit Sperimentale per Elettronica Fondamentale

- Tester

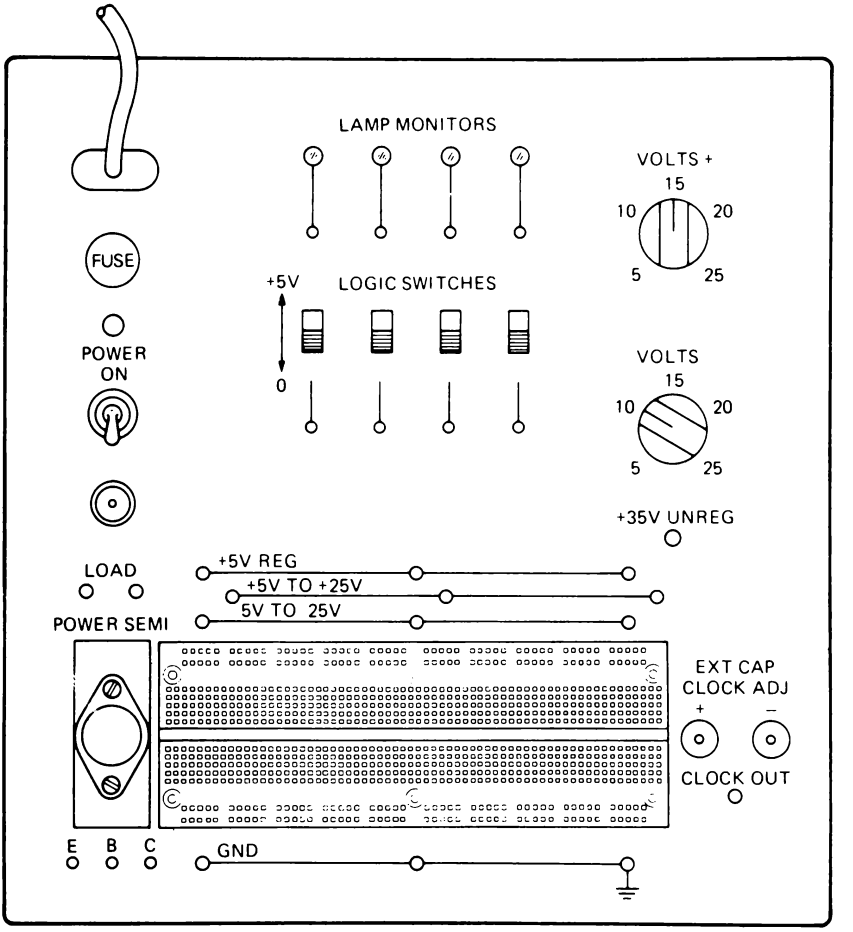
Prima di iniziare gli esperimenti leggete il Capitolo 3. Il Capitolo 3 descrive il Corredo Sperimentale di Elettronica Fondamentale e spiega le *regole basilari* che dovrete seguire prima di iniziare ogni esperimento.
Il Capitolo 3 fornisce anche una spiegazione sull'uso del tester.

Se non l'avete ancora fatto, leggete il Capitolo 3 ora.

CABLAGGIO DELL'ESPERIMENTO

In molti dei successivi esperimenti di questo testo viene fornito uno schema del breadboard e viene consigliata la disposizione del circuito. Un simile schema, per esempio, appare nella pagina successiva al Passo 1 dell'Esperimento # 1. Questi schemi sono stati adattati per usarli col vostro OA-3 Op-Amp Designer. Il contenitore del Designer usato inizialmente dall'NCR per i suoi corsi interni viene mostrato qui sotto. Notate la differenza tra la scatola del breadboarding NCR e l'OA-3.

In generale, non dovrete sentirvi vincolati dai consigli sul cablaggio forniti. Provate a cablare direttamente il circuito seguendo lo schema dato per ogni esperimento. Se avete qualche difficoltà riferitevi alla disposizione consigliata, quando viene fornita.

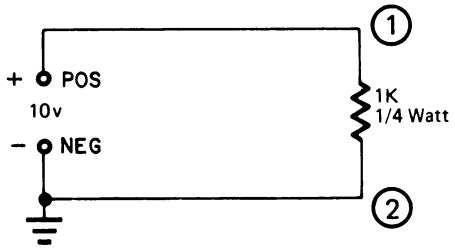


ESPERIMENTO # 1

Scopo

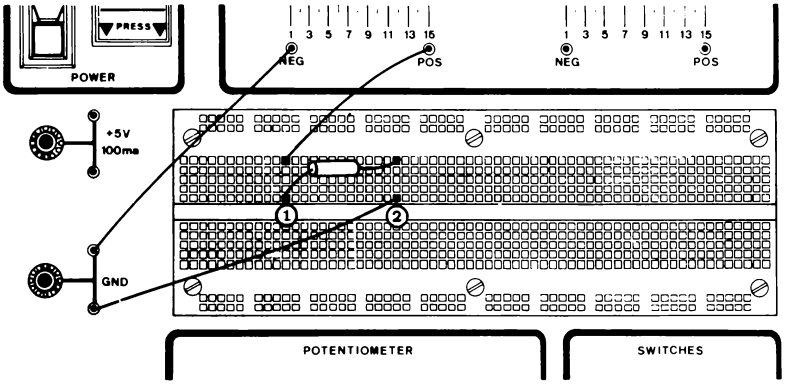
Questo esperimento dimostra la legge di Ohm e consente di impratichirsi nell'uso del tester.

Schema del circuito



Passo 1

Preparate l'esperimento ponendo i componenti sul breadboard come mostrato. Per il valore del resistore riferitevi allo schema sopra.



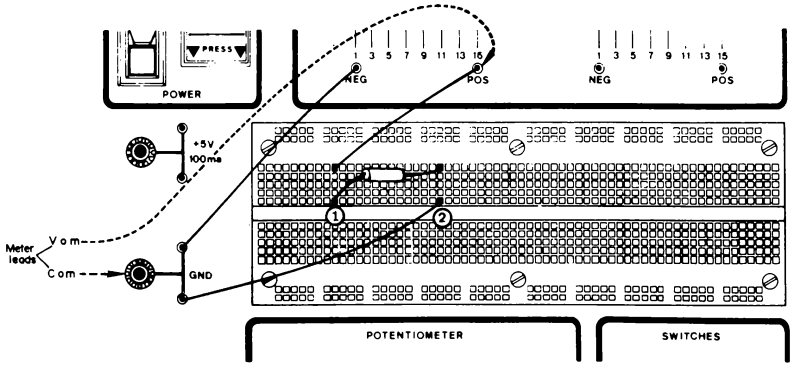
Passo

Preparate il tester

- Ponete il commutatore di selezione (selettore) nella posizione di tensione c.c. più alta (300 Vcc).
- Collegate il terminale comune (COM) a quello segnato con GND. Notate che potete usare il morsetto NERO a sinistra del breaboard per fissare il terminale comune.
- Collegate il conduttore V-O-M con il terminale positivo (POS) dell'alimentatore.

- Spostate il commutatore dalla posizione 300Vcc alla posizione 60Vcc e poi a 12Vcc. Notate che l'ago indicatore si sposta lungo scala quando muovete il commutatore. Se aveste spostato l'interruttore direttamente nella posizione 6Vcc, l'ago sarebbe andato fuori scala. Ciò avrebbe danneggiato lo strumento.

  Quando preparate lo strumento partite sempre con il commutatore posto su una scala capace di leggere una tensione più alta del valore che vi aspettate.



Passo 3

Regolate il cursore dell'alimentatore variabile finchè lo strumento non legga 10V. Mettetevi con il commutatore sulla posizione 12Vcc.

Passo 4

Calcolate la quantità di corrente che passa attraverso un resistore di 1 KΩ.

Risposta _____

Se i vostri calcoli danno 10mA, è esatto. Potete scrivere 0,01A oppure 10mA.

Passo 5

Verificate i vostri calcoli usando il tester per leggere il valore della corrente.

- Ponete il commutatore sullo strumento nella posizione 60mA.
- Togliete il ponte che collega GND al punto 2 del resistore.
- Collegate il terminale positivo (VOM) dello strumento con il punto 2 del resistore. Il terminale COM dovrebbe essere ancora connesso al GND.
- Che cosa legge lo strumento? (Assicuratevi di leggere sulla scala giusta).
- Registrate qui la lettura del misuratore _____

  Avrete misurato approssimativamente 10mA, ciò conferma i vostri calcoli.

  Notate che il *misuratore di corrente* o *milliamperometro* è posto in *serie* al circuito da misurare e che il terminale positivo o V-O-M è collegato ad un punto che è più positivo del terminale COM.
- Ora scollegate il misuratore e rimettete il ponte tra GND e il punto 2.

Passo 6

Calcolate la quantità di potenza dissipata su un resistore di 1 KΩ.

Risposta _____

La vostra risposta dovrebbe essere 100mW (0,1W). Il resistore che usate è capace di dissipare 250mW e funzionerà correttamente.

Sentite la temperatura del resistore con le dita. Dovrebbe essere leggermente superiore alla temperatura ambiente e ciò significa che esso funziona regolarmente.

I resistori a carbone non devono funzionare a temperatura superiore a 85°C, corrispondente a 185°F.

Questa tecnica di toccare i componenti del circuito in prova è di grande aiuto nel determinare se un circuito è assemblato correttamente.

Passo 7

Usando il tester sulla scala 60Vcc, regolate l'alimentatore a 15V a circa 15V. Se l'OA-3 Designer non è ben regolato, non è possibile raggiungere questo valore di tensione. Andate più in alto che potete.

Passo 8

Calcolate la corrente che passa attraverso il resistore di 1 KΩ.

Risposta _____

Se i vostri calcoli portano a una risposta di 15mA, è esatto.

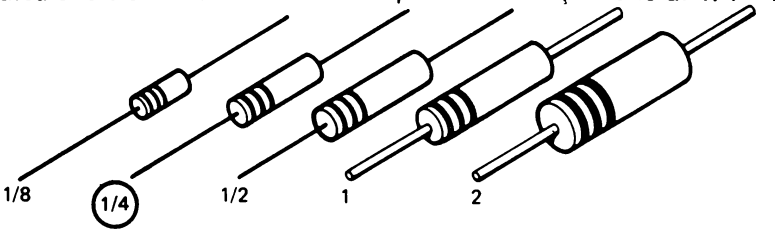
Passo 9

Per verificare i vostri calcoli, misurate la corrente nel resistore. Fatelo nello stesso modo del passo 5.

Registrate la misura _____

Passo 10

Sentite la temperatura del resistore. Esso dovrebbe essere leggermente caldo e ciò indica che è ancora entro la sua capacità di dissipazione di 1/4 W.



SOMMARIO

In questo esperimento avete visto che la corrente in un resistore aumenta linearmente e proporzionalmente con la tensione ai suoi capi.
Potete riscontrare piccole differenze tra i vostri calcoli e le misure. I componenti, come i resistori, sono costruiti con specifiche rientranti entro certe tolleranze. Poichè i valori cambiano, potete aspettarvi qualche differenza.

ESPERIMENTO # 2

SCOPO

Dimostrare l'uso del tester nella misura di tensioni di alimentazione negative.

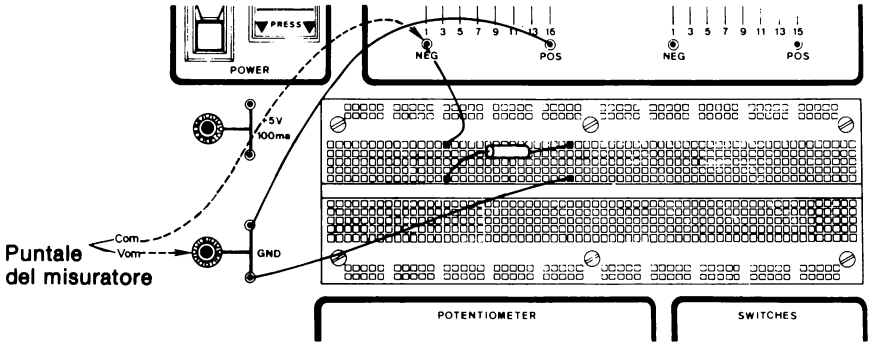
ATTIVITA'

- Misure di tensioni negative con il tester
- Calcoli di corrente

SCHEMA

Passo 1

Preparate l'esperimento sul breadboard come indicato. Per il valore del resistore riferitevi allo schema.



NOTA: I collegamenti dello strumento sono differenti da quelli del primo esperimento.

Passo 2

Predisponete il tester

- Collegate il V-O-M (terminale positivo al GND). Si possono usare i pins d'uscita GND o il morsetto NERO (–).
- Ponete il commutatore di selezione nella posizione di più alta tensione c.c. (300Vcc).
- Collegate il terminale comune (COM) sul V-O-M al terminale negativo (NEG) dell'alimentatore variabile.
- Spostate il commutatore da 300Vcc a 12Vcc. Osservate l'indice per essere sicuri che non legga fuori scala.

Passo 3

Regolate la tensione in modo che il misuratore legga 10V. Per fare ciò spostate il cursore dell'alimentatore variabile finchè non è sulla posizione 11 o 12.

Passo 4

Calcolate la corrente nel resistore

Risposta _____

La vostra risposta dovrebbe essere 10mA.

Passo 5

Verificate i calcoli usando il tester per leggere la corrente

- Togliete il cavallotto che collega il terminale negativo (NEG) dell'alimentatore al resistore.
- Sistemate il misuratore a 60 mA.
- Collegate il terminale negativo o COM alla parte più negativa del circuito.

- Collegate il terminale negativo o COM sul V-O-M al terminale negativo (NEG) dell'alimentatore.
- La lettura dello strumento verifica i vostri calcoli?

SOMMARIO

Quando si usa il tester per misurare tensioni, il terminale V-O-M è sempre collegato al punto più positivo dei due punti ai capi dei quali si deve determinare la tensione. Il terminale COM è sempre collegato al punto più negativo. Misurando la tensione, il tester è collegato in *parallelo* con il carico.

Quando si misura la corrente, il terminale V-O-M è nuovamente collegato al punto più positivo del circuito, mentre il terminale COM è connesso al punto più negativo. Quando si misura la tensione, il tester è collegato *in serie* al carico.

ESPERIMENTO # 3

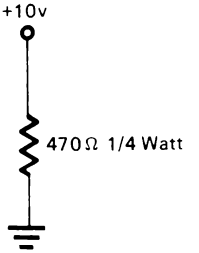
SCOPO

Effettuare ulteriore pratica nell'uso del tester per misurare tensioni e correnti e per stimare la corrente e la potenza dissipata.

FARE LA STIMA

Dovete abituarvi a stimare i valori che potete aspettarvi dalle misure.
Negli esperimenti che seguono vi sarà chiesto di stimare molti valori. Poi verificherete la vostra stima o con la misura effettiva o con i calcoli.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento come mostrato dallo schema, usando ponticelli per collegare il resistore a 470Ω al terminale GND e all'alimentatore. Se non siete sicuri di ciò che dovete fare seguendo lo schema riportato sopra, studiate lo schema e la prima figura dell'Esperimento # 1.

Passo 2

Ponete lo strumento su 12Vcc e collegate i terminali al GND e al POS.

Passo 3

Regolate l'alimentatore a +10V.

Passo 4

Calcolate la corrente attraverso il resistore di 470Ω.

Risposta _____

Passo 5

Misurate la corrente nel resistore di 470Ω per verificare la vostra risposta del Passo 4.

Passo 6

Stimate la potenza dissipata dal resistore e poi provate la sua temperatura con le dita.

Il resistore dovrebbe essere caldo per indicare che è vicino alla sua potenza nominale di 250mW o 1/4 W.

Passo 7

Ora aumentate la tensione dell'alimentatore a +14V.

- Ponete lo strumento sulla scala di 60Vcc
- Regolate con cura l'alimentatore in modo che il misuratore legga 14V.

Passo 8

Ora la corrente nel resistore è approssimativamente 0,030A. Quanta potenza dissipa il resistore?

Risposta _____

Il resistore è caldo (Si, No)_____

Sentite la temperatura del resistore. Sarà caldo.

La potenza dissipata dal resistore è al di sopra di quella nominale?

Risposta _____

(Scollegate il misuratore dell'alimentatore).

Ciò completa l'Esperimento # 3 e il capitolo.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests finali sono studiati per determinare in che modo avete capito gli argomenti presentati nel capitolo. Prendete il test finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se avete risposto a tutte le domande correttamente, avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potete passare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato una o due risposte, dovete rivedere gli argomenti relativi a quelle risposte. Quando avrete capito perchè avete sbagliato e potrete rispondere correttamente, potete andare direttamente al capitolo successivo.

- Se sbagliate più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario, chiedete aiuto. Quando sentirete di aver capito gli argomenti prendete il test finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

  Se siete stati capaci di rispondere correttamente a tutte le domande, andate al capitolo successivo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare finchè non avrete capito gli argomenti presentati, e poi passate al capitolo successivo.

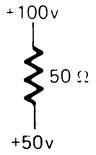
CAPITOLO 4

TEST FINALE # 1

(1) Scrivete le tre forme dell'equazione della legge di Ohm.

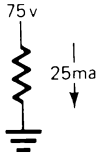
Determinate la grandezza incognita.

(2)



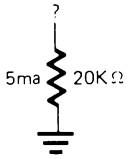
A = _____

(3)



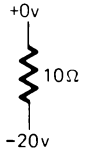
R = _____

(4)



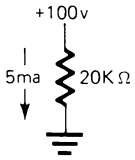
V = _____

(5)



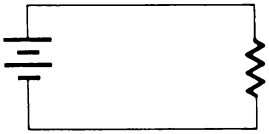
I = _____

(6)



W = _____

Che cosa accade alla corrente in questo circuito se:



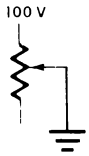
(7) La tensione e la resistenza sono costanti.

_____

(8) La tensione aumenta e la resistenza è costante _____

(9) La resistenza aumenta e la tensione è costante _____

In quale direzione, su o giù, dovreste muovere il potenziometro per ottenere in questo circuito l'effetto desiderato?



(10) Aumento di resistenza _____

(11) Aumento di corrente attraverso il resistore

_____

CAPITOLO 4

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. $E = I \times R$ $\quad I = \frac{E}{R}$ $\quad R = \frac{E}{I}$
2. 1A
3. 3 KΩ (3000Ω)
4. 100V
5. 2A
6. 0,5 W
7. La corrente non cambia
8. La corrente aumenta
9. La corrente diminuisce
10. Giù
11. Su

CAPITOLO 4

TEST FINALE # 2

(1) Scrivete le tre forme dell'equazione della legge di Ohm.

Determinate la grandezza incognita.

(2)

R = _____

(3)

I = _____

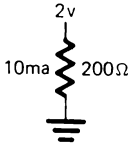
(4)

R = _____

(5)

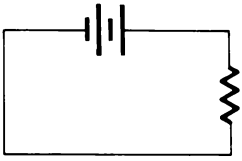
I = _____

(6)



W = _____

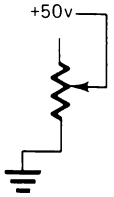
Che cosa accade alla corrente in questo circuito se:



(7) La tensione aumenta e la resistenza è costante _____

(8) La tensione diminuisce e la resistenza è costante _____

In quale direzione, su o giù, dovreste muovere il potenziometro per ottenere in questo circuito l'effetto desiderato?



(9) Aumento di resistenza _____

(10) Diminuzione di corrente _____

CAPITOLO 4

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. $E = I \times R$ $\quad I = \frac{E}{R}$ $\quad R = \frac{E}{I}$
2. 50Ω
3. 5A
4. 10Ω
5. 1A
6. 0,02 W
7. La corrente aumenta
8. La corrente diminuisce
9. Giù
10. Su

CAPITOLO 5

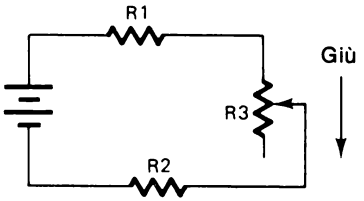
CIRCUITI SERIE

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale atto a provare la conoscenza che avete degli argomenti trattati in questo capitolo. Se avete già una sufficiente conoscenza di questi argomenti tale da essere capaci di completare questo test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Invece, se sbagliate più di una risposta, dovrete completare le vostre conoscenze con le informazioni di questo capitolo.

Dopo aver completato il test, confrontate le vostre risposte con quelle riportate nella pagina che segue il test.



In questo circuito, quando il cursore si muove in giù:

1. La caduta di tensione aumenta

☐ (a) su R_1, R_2 ed R_3
☐ (b) su R_3

2. La corrente totale nel circuito

☐ (a) resta la stessa
☐ (b) diminuisce
☐ (c) aumenta

3. La tensione totale del circuito

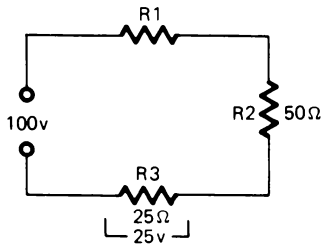
☐ (a) resta la stessa
☐ (b) diminuisce
☐ (c) aumenta

4. La resistenza totale del circuito

☐ (a) resta la stessa
☐ (b) diminuisce
☐ (c) aumenta

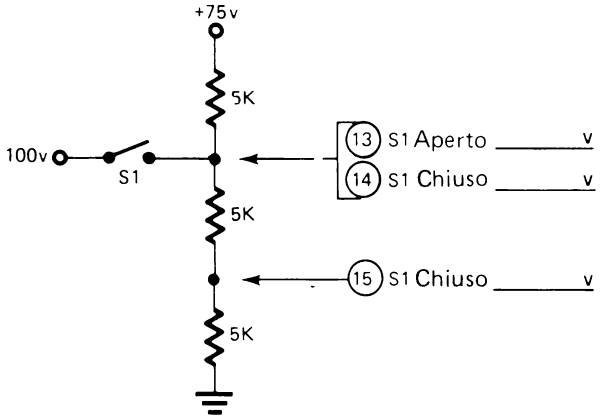
Determinate tutti i valori mancanti.

NOTA: I numeri delle domande non sono necessariamente nell'ordine che seguirete per determinare i valori mancanti.



	R1	R2	R3	Totali
E	5. v	6. v	25v	100v
I	7. a	8. a	9. a	10. a
R	11 Ω	50Ω	25Ω	12 Ω

Calcolate, nel seguente circuito, la tensione nei punti indicati.



CAPITOLO 5

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. b
2. b
3. a
4. c
5. 25V
6. 50V
7. 1A
8. 1A
9. 1A
10. 1A
11. 25 Ω
12. 100 Ω
13. 50V
14. 100V
15. 50V

Se avete risposto correttamente a tutte le domande, o ne avete sbagliata una sola, avete evidentemente una buona conoscenza degli argomenti di questo capitolo. Passate, perciò, direttamente al capitolo successivo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate questo capitolo.

CAPITOLO 5
CIRCUITI SERIE

INTRODUZIONE

Ogni qualvolta le resistenze sono collegate una di seguito all'altra, si dicono essere collegate in *serie*. In un circuito serie tutta la corrente deve fluire attraverso tutti i componenti del circuito per cui c'è *un* solo percorso per la corrente.

In questo capitolo studierete i circuiti serie e imparerete ad applicare la legge di Ohm per calcolare corrente, tensioni e resistenza in questi circuiti.

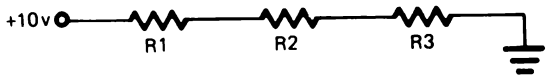
OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete in grado di:

- Determinare i valori di corrente, tensione e resistenza in un circuito serie usando la legge di Ohm.
- Calcolare la corrente e le cadute di tensioni in un circuito serie.
- Stimare i valori di tensione e corrente in un partitore di tensione.
- Determinare quale valore di resistenza usare per ottenere, da un partitore di tensione, una data tensione.

CIRCUITI SERIE

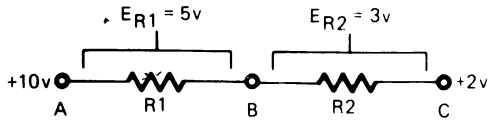
In un circuito serie le resistenze sono collegate una di seguito all'altra di modo che la corrente del circuito deve scorrere attraverso tutte le resistenze. Le resistenze collegate in questo modo sono in *serie*.



Ci sono alcune caratteristiche comuni a tutti i circuiti serie.

- Un circuito serie è costituito da resistenze collegate una di seguito all'altra.

- Un circuito serie ripartisce le tensioni.



In questo circuito, tra i punti "A" e "C" c'è una caduta di tensione di 8V (si va da +10V a +2V). I valori di R_1 ed R_2 sono tali che si ha una caduta di tensione di 5V su R_1 e di 3V su R_2 per un totale di 8V.
Nel punto "B" la tensione è +5V. Ciò si ha aggiungendo la caduta di 3V su R_2 alla tensione di alimentazione di +2V. Potete giungere allo stesso risultato anche sottraendo la caduta di +5V su R_1 alla tensione di alimentazione di +10V.

- La resistenza totale di un circuito serie è la somma delle singole resistenze. Nel circuito precedente, la resistenza totale sarebbe espressa come R_T (totale) = $R_1 + R_2$.

- La somma delle singole cadute di tensione su ogni resistore è uguale alla tensione totale del circuito. La tensione totale del circuito precedente è E_T (totale) = $E_1 + E_2$. Cioè, E_T (totale) = 5V + 3V = 8V.

- In un circuito serie la corrente è la stessa in tutti i punti. Questa è una caratteristica interessante dei circuito serie.
  Essa significa che nei punti A, B e C del circuito precedente la corrente la stessa.

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI SERIE:

- Un circuito serie è costituito da resistenze collegate in serie.

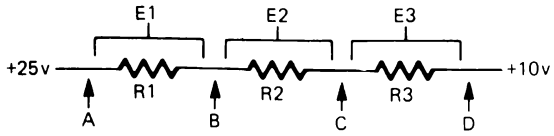
- I circuiti serie sono circuiti che ripartiscono la tensione

- La resistenza totale di un circuito serie è la somma di tutte le resistenze. R_t (totale) = $R_1 + R_2 + R_3$ + ecc.

- La somma delle singole cadute di tensione su ogni resistore è uguale alla tensione totale del circuito. E_t (totale) = $E_1 + E_2 + E_3$ + ecc. Questa è nota come *la Legge della tensione di Kirchoff*.

- In un circuito serie la corrente è la stessa in tutti i punti.

Riferendovi a quanto detto sopra per un circuito serie, rispondete alle seguenti domande su questo circuito.



1. Qual'è la formula per la resistenza totale di questo circuito?

_____

2. Qual'è la caduta di tensione lungo l'intero circuito?_____V.

3. Qual'è la formula per la caduta di tensione totale lungo questo circuito?

_____

4. C'è qualche differenza nella corrente nei punti A, B, C, o D?_____Si, _____No.

   Spiegate la vostra risposta_____

   _____

Dalle caratteristiche date del circuito serie dovreste essere stati capaci di rispondere ad ognuna delle precedenti domande.

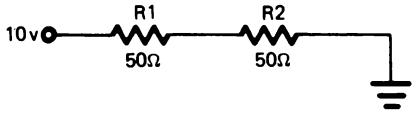
1. R_t (totale) = $R_1 + R_2 + R_3$

2. 15V (25V – 10V = 15V)

3. E_t (totale) = $E_1 + E_2 + E_3$

4. No, in un circuito serie la corrente è la stessa in tutti i punti, così che $I_A = I_B = I_C = I_D$.

Trovate la corrente e la caduta di tensione in ogni resistore di questo circuito.



I_t = _____ mA E_t _____ V

E_1 = _____ V R_t _____ Ω

E_2 = _____ V

Dovreste prima determinare la corrente (I_t). Per trovarla, dovete conoscere la tensione totale del circuito (E_t) e la resistenza totale (R_t).

E_t = 10V – Massa (0V) = 10V

$R_t = R_1 + R_2 = 50\Omega + 50\Omega = 100\Omega$

Poi usando la formula della Corrente della legge di Ohm:

$I = \frac{E}{R}$ $I = \frac{10V}{100\Omega}$ I = 0,1A oppure 100mA

Ora che conoscete la corrente, potete determinare le singole cadute di tensione usando la formula per la tensione della legge di Ohm.

$E = I \times R$

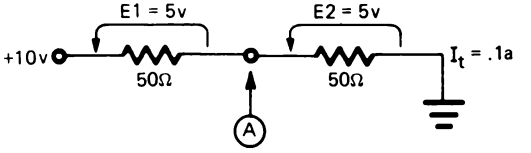
$E_1 = I_t \times R_1 = 0{,}1A \times 50\Omega = 5V$

Poichè R_2 è uguale a R_1, la caduta di tensione su ciascun resistore è la stessa e pari a 5V.

La somma delle cadute di tensione su R_1 ed R_2 è uguale a 10V, che è la tensione applicata. Questa è una regola importante da ricordare.

In un circuito serie, la somma delle cadute di tensione è uguale alla tensione applicata. Questa è nota come la legge della tensione di Kirchoff.

Un circuito serie può anche essere chiamato un partitore di tensione, poichè, come avete visto, la tensione si ripartisce sulle resistenze del circuito.



In questo circuito, qual'è la tensione nel punto "A"?

Risposta _____

Dovreste aver risposto 5V.

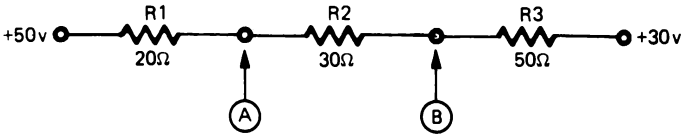
Determinate la corrente e la caduta di tensione su ogni resistore di questo circuito.

E_t = _____ V E_1 = _____ V

R_t = _____ Ω E_2 = _____ V

I_t = _____ mA E_3 = _____ V

Una verifica veloce delle vostre risposte è quella di sommare tra di loro le cadute di tensione per vedere se la somma è uguale alla tensione applicata. Le vostre risposte dovrebbero essere: E_t = 20V, R_t = 100Ω, I_t = 200 mA, E_1 = 4V, E_2 = 6V ed E_3 = 10V.
Notate che in questo circuito la tensione applicata è 20V, che è la differenza tra +50V e +30V.
Che tensioni sono disponibili nei punti "A" e "B" del partitore di tensione?



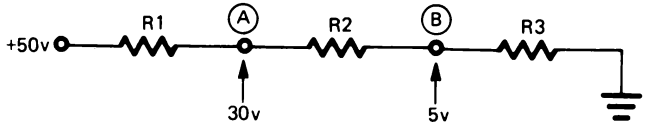
"A" _____ V

"B" _____ V

Dovreste aver risposto 46V nel punto "A" e 40V nel punto "B".

Quali devono essere i valori dei resistori per avere la tensione indicata nei punti "A" e "B"?

I_t = 200 mA



R_1 _____ Ω

R_2 _____ Ω

R_3 _____ Ω

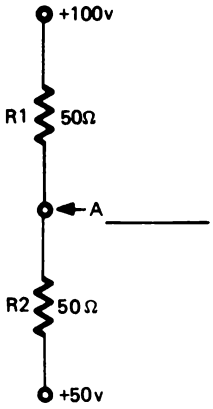
Poichè viene data la corrente e potete calcolare la caduta di tensione su ogni resistore, diventa semplice determinare la resistenza.

La vostra risposta dovrebbe essere: R_1 = 100Ω, R_2 = 125Ω, ed R_3 = 25Ω.

ESERCIZI PRATICI

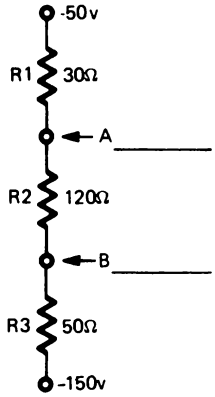
Risolvete questi esercizi e determinate i valori indicati. Se avete difficoltà, rifatevi agli esempi precedenti.

1.

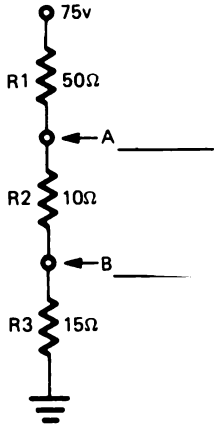


Esercizi pratici (Continua)

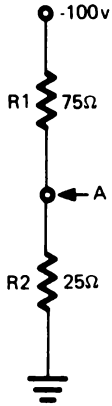
2.



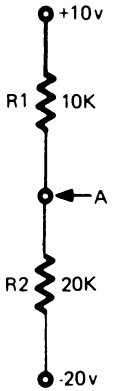
3.



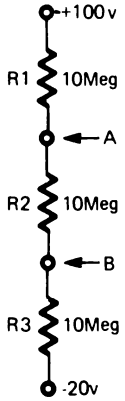
4.



5.



6.



RISPOSTE AGLI ESERCIZI PRATICI

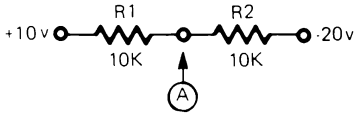
1. A = 75V
2. A = –65V B = –125V
3. A = 25 V B = 15V
4. A = –25V
5. A = 0V
6. A = +60V B = +20V

METODO PROPORZIONALE

Raramente vi sarà richiesto di usare la legge di Ohm per calcolare la caduta di tensione e la corrente in un punto di un circuito. Ciò esige del tempo e quando nella vostra attività dovete cercare i guasti con un cliente nervoso che aspetta la riparazione, dovrete lavorare il più velocemente possibile. Così il metodo usuale per risolvere questi problemi è la stima, o più propriamente l'uso del metodo proporzionale (frazionario) per risolvere i problemi dei partitori di tensione.

Con questo metodo, per prima cosa determinate il valore di ciascun resistore proporzionale alla resistenza totale e poi usate tale proporzione per determinare la caduta di tensione su ogni resistore.

Usando le proporzioni, trovate la tensione nel punto "A".



1. Determinate la tensione totale applicata (E_t). Normalmente ciò può farsi mentalmente E_t = 30V.

2. Determinate la resistenza totale (R_t) R_t = 20 KΩ.

3. Il passo successivo è determinare il valore di ciascun resistore rapportato alla R_t totale.

$$R_1 = \frac{10\ K\Omega}{20\ K\Omega} = \frac{1}{2} \qquad R_2 = \frac{10\ K\Omega}{20\ K\Omega} = \frac{1}{2}$$

4. Ora che sapete che ogni resistore ha una resistenza pari alla metà della resistenza totale, sapete che su ogni resistore si ha una caduta di tensione pari alla metà della tensione applicata.

$$\text{La caduta di tensione su } R_1 = \frac{1}{2} \times 30V = 15V$$

5. Qual'è la tensione nel punto "A"? _____

Dovreste aver risposto –5V. (+10V) – (15V) = –5V.

ESPERIMENTI

I seguenti esperimenti sono stati preparati come supporto della teoria insegnata in questo capitolo. Essi vi permetteranno di fare una maggiore pratica nell'uso del multimetro e di dimostrare la legge di Ohm applicata ai circuiti serie.

Per effettuare questi esperimenti avrete bisogno di quanto segue:

- Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale
- Multimetro (Triplett 310 o equivalente)

Prima di iniziare gli esperimenti, assicuratevi di aver letto il capitolo 3. Esso descrive il Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale e spiega le *regole fondamentali* che dovrete seguire prima di iniziare ogni esperimento.

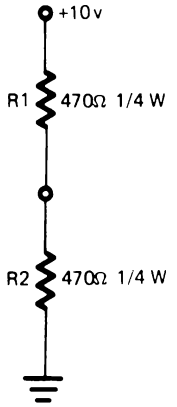
Se non sapete usare il multimetro, chiedete a qualcuno di spiegarvelo.

ESPERIMENTO # 1

Scopo

Dimostrare che la caduta di tensione sui resistori in serie è proporzionale al loro valore.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento e regolate la tensione come indicato nello schema di sopra. Assicuratevi di aver collegato il terminale negativo (NEG) dell'alimentatore alla massa (GND).

Passo 2

Stimate quanto segue:

- La resistenza totale nel circuito _____
- La corrente totale lungo il circuito _____
- La caduta di tensione su R_1 _____
- La caduta di tensione su R_2 _____

Ora confrontate le vostre stime eseguendo i passi 3 e 4.

Passo 3

Misurate la caduta di tensione su R_2 con lo strumento riferito a GND (COM sul terminale GND).

Lettura dello strumento _____

Passo 4

Misurate la caduta di tensione su R_1 con lo strumento riferito al punto di congiunzione di R_1 ed R_2.

Lettura dello strumento _____

In entrambi i passi 3 e 4 dovreste aver misurato 5V.

Sommario

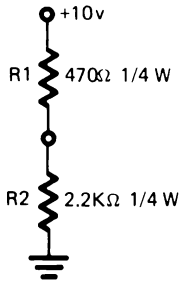
In un circuito serie la caduta di tensione sui resistori è proporzionale al loro valore. Se tutti i resistori sono uguali la caduta di tensione su ognuno di essi sarà uguale e la somma delle cadute di tensione sarà uguale alla tensione totale applicata.

ESPERIMENTO # 2

Scopo

Mostrare come stimare la resistenza totale, la corrente totale e la caduta di tensione in un circuito dove i valori dei resistori sono diversi.

Schema



Passo 1
Preparate l'esperimento e regolate la tensione come indicato nello schema sopra.

Passo 2

Stimate la resistenza totale del circuito.

- Arrotondate i 470Ω del resistore a 500Ω oppure a 0,5 KΩ
- Aggiungete questo valore a quello di R_2 (2,2 KΩ)

$$0{,}5\ K\Omega + 2{,}2\ K\Omega = 2{,}7\ K\Omega$$

Passo 3

Stimate la corrente totale del circuito.

Poichè i due valori con cui dovete lavorare sono R = 2,7 KΩ ed E = 10V, potete fare quanto segue:

- Arrotondate "R" a R = 2,5 KΩ.

- Fate adesso il calcolo. 10/2,5 = 4.
- Poichè "R" è espressa in "KΩ", la corrente sarà espressa in "mA". La corrente totale è approssimativamente 4 mA.

Passo 4

Stimate la caduta di tensione su ciascun resistore. Usate tutti i valori arrotondati.

La caduta di tensione di R_1 è _____

Il valore arrotondato di R_1 è 500Ω e la corrente stimata è 4 mA. La caduta di tensione su R_1 sarebbe circa 2V.

La caduta di tensione di R_2 è _____

R_2 è uguale a 2,2 KΩ, che può essere arrotondato a 2 KΩ. Usando una corrente stimata di 4 mA, la caduta di tensione su R_2 sarebbe di circa 8V.

Un altro modo di stimare la caduta di tensione su R_2 sarebbe stato quello di sottrarre la caduta di tensione stimata su R_1 dalla tensione totale applicata, che era di 10V. Potete fare questo, poichè sapete che la somma di tutte le cadute di tensione deve essere uguale alla tensione applicata.

Passo 5

Usate il voltmetro per verificare queste cadute di tensione.

R_1 _____ V

R_2 _____ V

Sommario

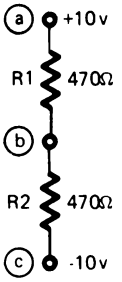
La stima dei valori prima di effettuare i calcoli o le misure serve per un veloce controllo dei risultati.

ESPERIMENTO # 3

Scopo

Mostrare quale riferimento si deve prendere per il tester quando un circuito contiene tensioni di alimentazione sia positiva che negativa.

Schema

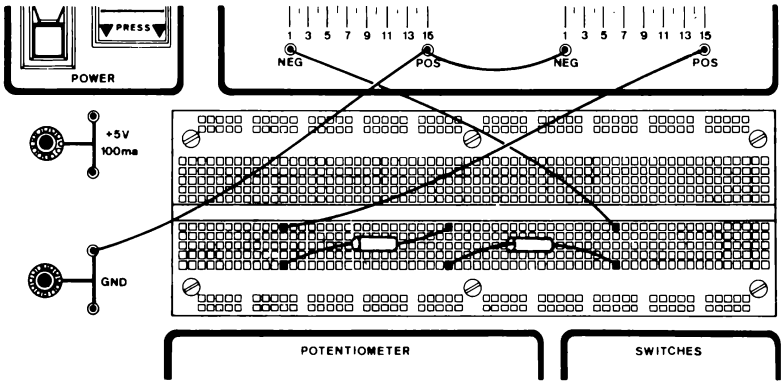


NOTA: I resistori usati in tutti gli esperimenti saranno da 1/4 W salvo diversamente indicato.

Passo 1

Preparate l'esperimento come segue:

- Disponete i resistori sul breadboard come indicato dallo schema.



- Collegate con un ponte l'estremo libero di R_1 (punto a) e il terminale positivo (POS) del primo alimentatore. Collegate il terminale negativo di questo alimentatore al GND.

- Collegate con un ponte l'estremo libero di R_2 (punto c) e il terminale negativo (NEG) del secondo alimentatore. Collegate il terminale positivo di questo alimentatore al GND.

Passo 2

Regolate la tensione come segue:

- Ponete il selettore sulla scala 12Vcc.

- Collegate il terminale COM del tester al terminale negativo (NEG) del secondo alimentatore.

- Ponete il V-O-M su GND.

- Regolate l'alimentazione negativa in modo che lo strumento segni 10V.

- Regolate l'alimentazione positiva nello stesso modo. Ponete il conduttore COM su GND e il V-O-M sul terminale positivo del primo alimentatore.

Passo 3

Qual'è la differenza di potenziale tra i punti "a" e "c"?

Risposta _____

Dovreste aver risposto 20V.

Passo 4

Verificate la vostra risposta misurando la tensione totale applicata.

- Ponete il selettore su 60Vcc
- Collegate il terminale COM sui --10V
- Collegate il terminale V-O-M sui +10V

Lettura dello strumento: _____

Passo 5

Calcolate la caduta di tensione su R_1 ed R_2.

R_1: _____

R_2: _____

Passo 6

Verificate le vostre risposte del Passo 5 misurando la caduta di tensione su R_1 ed R_2. (Attenzione: il V-O-M deve sempre essere posto su un punto a potenziale più positivo di quello del conduttore COM).

Passo 7

Calcolate il flusso di corrente su R_1 ed R_2.

R_1: _____

R_2: _____

Sommario

Quando in un circuito usate il tester il terminale V-O-M deve sempre essere su un punto a potenziale più positivo di quello di COM.

Quando a un circuito è applicata contemporaneamente una tensione positiva e negativa, la tensione totale applicata è data dalla differenza in potenziale tra le due tensioni.

La corrente di un circuito serie è uguale in tutti i suoi punti.

Passo 8

Verificate le vostre risposte misurando la corrente nel circuito.

- Ponete il commutatore sulla scala 60 mA.
- Misurate la corrente che va da –10V a R_2. Attenzione: il terminale V-O-M deve sempre essere su un punto più positivo di quello del COM.
- Lettura dello strumento _____
- Misurate la corrente che va da R_2 a R_1. Scollegate i due resistori nel punto "b" e ponete lo strumento in serie con essi.

  Lettura dello strumento _____
- Misurate la corrente che va da R_1 a +10V. Ricollegate i resistori nel punto "b".

  Lettura dello strumento _____

Vi è stata qualche differenza nella lettura dello strumento?

Passo 9

Riferitevi allo schema: Quant'è il potenziale rispetto alla massa nel punto "b".

Risposta _____

Dovreste aver risposto 0V.

Verificate ciò con lo strumento posto nella scala 12Vcc.
Notate che possono essere presenti piccolissime tensioni dovute alla tolleranza dei resistori.

Che cosa accadrebbe al circuito se un filo fosse collegato dal punto "b" alla massa (GND)? Quanta corrente fluirebbe attraverso il filo?

Risposta _____

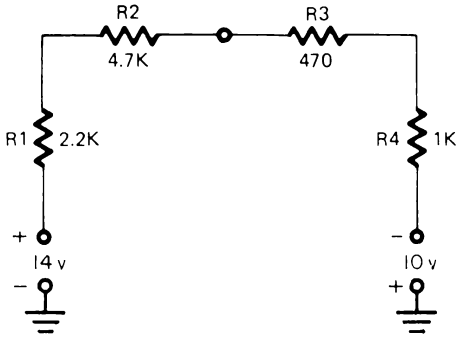
Il circuito non ne risentirebbe. Nessuna corrente fluirebbe attraverso il filo se i resistori fossero perfettamente uguali.

ESPERIMENTO # 4

Scopo

Esercitarsi nella stima della corrente e della caduta di tensione in un circuito serie.

Schema



Passo 1

Stimate la caduta di tensione (E) su ciascun resistore.

I valori arrotondati delle resistenze sono:

R_1 = _____

R_2 = _____

R_3 = _____

R_4 = _____

R_5 = _____

La tensione totale applicata:

E_t = _____

La corrente stimata:

I = _____

La caduta di tensione stimata:

E_d1 = _____

E_d2 = _____

E_d3 = _____

E_d4 = _____

- I valori delle resistenze potrebbero essere arrotondati come segue:

  R_1 = 2 KΩ, R_2 = 4,5 KΩ, R_3 = 0,5 KΩ e R_4 = 1 KΩ

- La resistenza totale sarebbe approssimativamente pari a 8 KΩ
- La tensione totale applicata al circuito è 24V.
- La corrente stimata è di 3 mA.
- Usando la legge di Ohm E = I x R potrete determinate le cadute di tensione.

  E_d1 = 6V, E_d2 = 13,5V, E_d3 = 1,5V, e E_d4 = 3V

Passo 2

Preparate l'esperimento e regolate le tensioni come indicato nello schema.

Passo 3

Verificate le vostre stime usando lo strumento.

E_t = _____

E_d1 = _____

E_d2 = _____

E_d3 = _____

E_d4 = _____

I = _____

Passo 4

Verificate la legge della Tensione di Kinchoff dimostrando che:

$$E = E_d1 + E_d2 + E_d3 + E_d4$$

TEST FINALI

Istruzioni

I seguenti test finali servono a determinare se avete capito gli argomenti di questo capitolo. Eseguite il test finale # 1 e poi confrontate le risposte con quelle date alla fine del test.

- Se rispondete correttamente a tutte le domande, avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potete passare al capitolo successivo.

- Se sbagliate una o due risposte, dovete ripassare gli argomenti relativi a quelle domande. Quando vi rendete conto di aver capito perchè avete sbagliato e siete in grado di rispondere esattamente, passate al capitolo successivo.

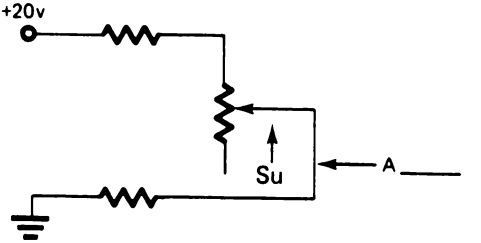
- Se sbagliate più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario chiedete aiuto. Quando vi rendete conto di aver capito i contenuti presentati, svolgete il Test finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

  Se rispondete correttamente a tutti i quesiti, potete passare al capitolo successivo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare finchè non capite gli argomenti presentati e poi passate al capitolo successivo.

CAPITOLO 5

TEST FINALE # 1

Determinare che cosa avviene nel seguente circuito quando il cursore è spostato in su.



1. Il flusso di corrente nel punto A:

☐ a. resta lo stesso

☐ b. aumenta

☐ c. diminuisce

2. La tensione nel punto A:

☐ a. resta la stessa

☐ b. aumenta

☐ c. diminuisce

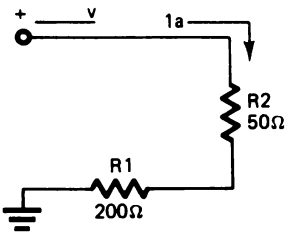
3. La tensione totale:

☐ a. resta la stessa

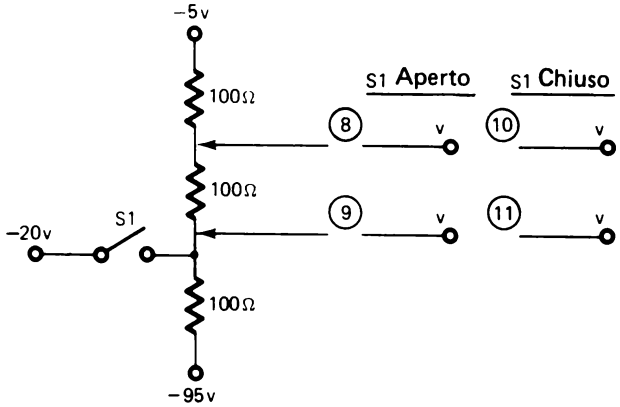
☐ b. aumenta

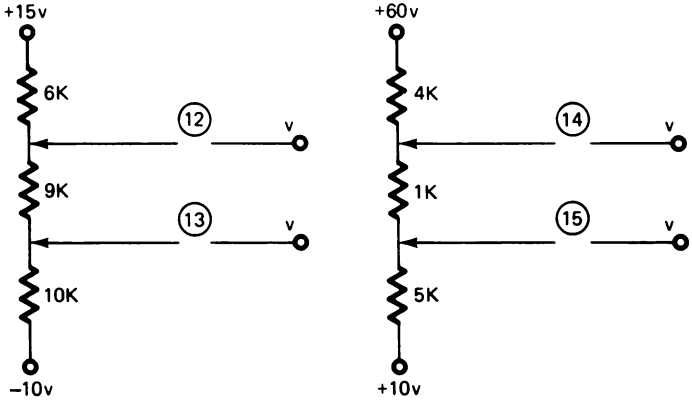
☐ c. diminuisce

Calcolate i valori incogniti nei problemi seguenti. La sequenza numerica 4-7 delle domande non è necessariamente nell'ordine che dovrete seguire per determinare i valori non noti della tabella.



	R1	R2	Totali
E	(4) v	(5) v	(6) v
I	1a	1a	1a
R	200	50	(7)


-5v
100Ω
S1 Aperto
S1 Chiuso
8
v
10
v
100Ω
9
v
11
v
S1
-20v
100Ω
-95v


+15v
6K
12
v
9K
13
v
10K
-10v
+60v
4K
14
v
1K
15
v
5K
+10v

CAPITOLO 5

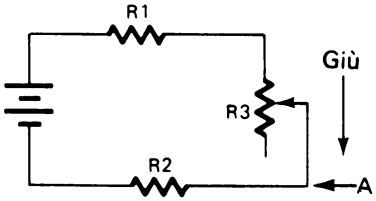
RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. b
2. b
3. a
4. 200V
5. 50V
6. 250V
7. 250Ω
8. –35V
9. –65V
10. –12,5V
11. –20V
12. 9V
13. 0V
14. 40V
15. 35V

CAPITOLO 5

TEST FINALE # 2

Determinate cosa succede nel circuito seguente quando il cursore è spostato in giù.



1. Il flusso di corrente nel punto A:

☐ a. resta lo stesso

☐ b. aumenta

☐ c. diminuisce

2. La tensione nel punto A:

☐ a. resta la stessa

☐ b. aumenta

☐ c. diminuisce

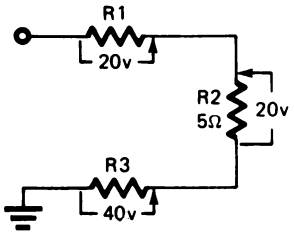
3. La tensione totale del circuito:

☐ a. resta la stessa

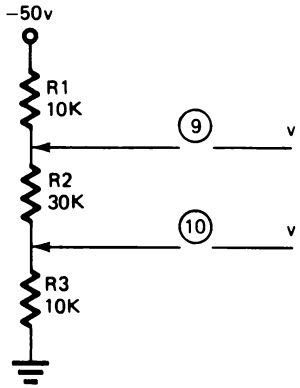
☐ b. aumenta

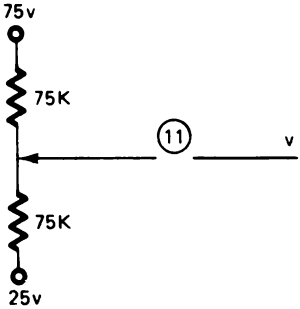
☐ c. diminuisce

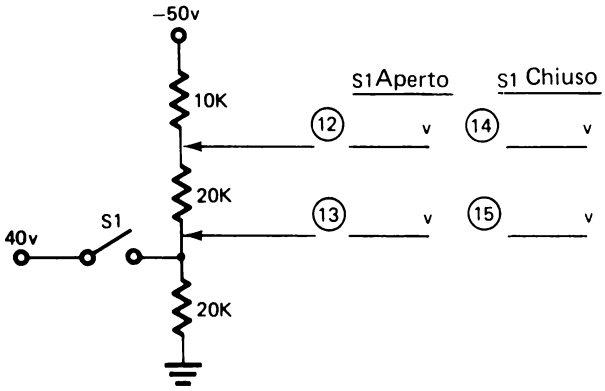
Determinare nei seguenti problemi i valori mancanti. La sequenza numerica 4-8 delle domande non è necessariamente nell'ordine che dovrete seguire per trovare i valori non noti della tabella.



	R1	R2	R3	Totali
E	20v	20v	40v	4 v
I	5 a	a	a	a
R	6	5Ω	7	8






−50v
10K
20K
20K
40v
S1
S1 Aperto
S1 Chiuso
12
v
14
v
13
v
15
v

CAPITOLO 5

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. c
2. c
3. a
4. 80V
5. 4A
6. 5Ω
7. 10Ω
8. 20Ω
9. –40Ω
10. –10Ω
11. 50V
12. –40V
13. –20V
14. –20V
15. 40V

CAPITOLO 6
CIRCUITI PARALLELO

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale che ha lo scopo di provare la vostra conoscenza attuale degli argomenti presentati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza tale da permettervi di completare questo test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Invece, se sbagliate più di una risposta, dovete completare la vostra conoscenza con gli argomenti di questo capitolo.

Dopo che avete completato il test, confrontate le vostre risposte con quelle riportate sulla pagina che segue il test.

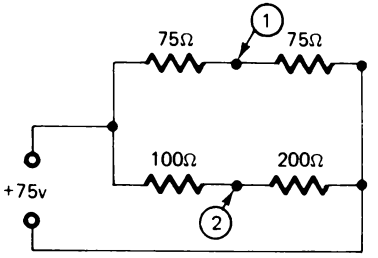
1. Un circuito parallelo divide:

   ☐ (a) Le resistenze
   ☐ (b) Le tensioni
   ☐ (c) La corrente
   ☐ (d) Nessuno dei precedenti

2. In un circuito parallelo, la resistenza totale è:

   ☐ (a) Più grande della maggiore
   ☐ (b) La somma delle singole resistenze
   ☐ (c) Più piccola della minore
   ☐ (d) La media di tutti i resistori

3. Quali delle seguenti risposte indicano l'esatto valore di corrente nei punti indicati.

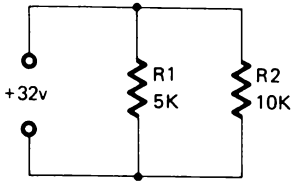


		Punto 1	Punto 2
☐	(a)	0,5 A	0,75 A
☐	(b)	0,5 A	0,25 A
☐	(c)	0,166 A	0,166 A
☐	(d)	0,75 A	0,75 A
☐	(e)	Nessuno dei precedenti	

4. Qual'è la resistenza totale del circuito del problema 3?

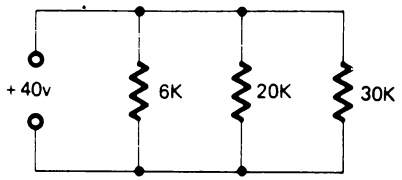
   Risposta:_____

5. Quale porzione della tensione applicata cade sulla rete di resistori costituita da R_1 ed R_2?



   ☐ (a) Tutta
   ☐ (b) 1/5
   ☐ (c) 1/2
   ☐ (d) 2/3

6. Qual'è la resistenza totale di questo circuito?

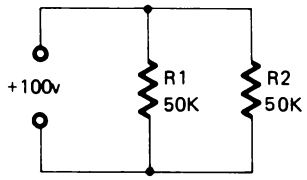


Risposta:_____

7. Quant'è la corrente nel resistore di 20 KΩ della figura del quesito 6?

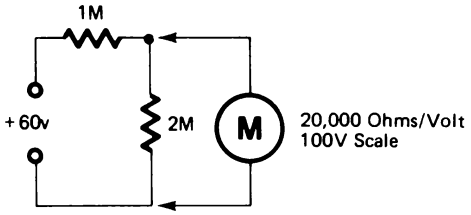
Risposta:_____

8. Quant'è la potenza dissipata da R_2?



Risposta:_____ mW

9. In questo circuito, lo strumento darà una lettura di _____V.



10. La caduta di tensione è uguale per tutti i componenti di un circuito parallelo.

_____ Vero

_____ Falso

CAPITOLO 6

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. c
2. c
3. b
4. 100Ω
5. a
6. 4 KΩ
7. 2 mA
8. 200 mW
9. 30V
10. Vero

Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti, o ne avete sbagliato solo uno avete evidentemente una buona conoscenza degli argomenti trattati in questo capitolo. Passate perciò direttamente al prossimo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate gli argomenti del capitolo.

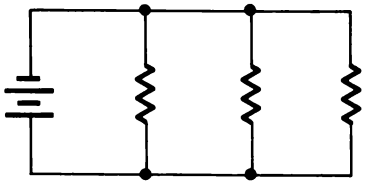
CAPITOLO 6

CIRCUITI PARALLELO

INTRODUZIONE

Questo capitolo si propone di farvi conoscere le caratteristiche di un circuito parallelo.

Un circuito parallelo è un circuito in cui le diverse resistenze sono parallele o affiancate. La più importante caratteristica di un circuito parallelo è che esso è un partitore di corrente in contrapposizione al circuito serie che è un ripartitore di tensione.



OBIETTIVI

Alla fine del capitolo sarete capaci di:

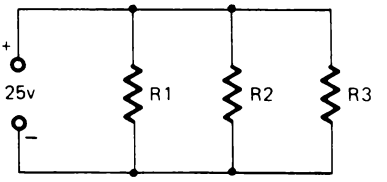
- Affermare che un circuito parallelo ripartisce la corrente.
- Affermare che in un circuito parallelo la tensione su tutti i rami paralleli del circuito è uguale.
- Affermare che in un circuito parallelo la resistenza totale del circuito è minore della resistenza più piccola.
- Applicare la legge di Ohm per determinare, in un circuito parallelo, resistenza, corrente e tensione.
- Calcolare la potenza dissipata dai componenti di un circuito parallelo.
- Determinare l'effetto che la resistenza interna di uno strumento ha sui circuiti ad alta resistenza.

REQUISITI INIZIALI

Prima di iniziare questo capitolo dovreste avere familiarità con la legge di Ohm e sapere calcolare la corrente, la tensione e la resistenza noti due valori su tre.

CARATTERISTICHE DI UN CIRCUITO PARALLELO

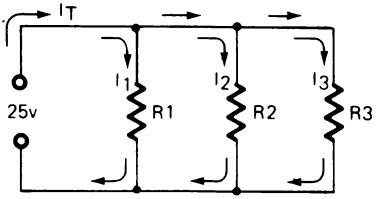
Il diagramma sotto mostra un tipico circuito parallelo



I circuiti parallelo sono semplicemente combinazioni di resistenze ramificate. Come per i circuiti serie anche i circuiti parallelo hanno alcune caratteristiche che dovete conoscere prima di risolvere i problemi sui circuiti parallelo. Queste sono:

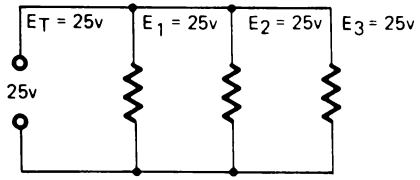
(1) Un circuito parallelo è composto di resistenze ramificate. Ogni diramazione è detta ramo.

(2) La somma delle correnti che fluiscono in un nodo è uguale alla corrente che ne esce. In altre parole, il flusso degli elettroni o corrente si divide nel punto di congiunzione dei rami. Una parte della corrente entrante entra in ciascun ramo. Dove i rami si ricongiungono la corrente si ricombina per formare la corrente entrante originale. Questa è nota come *legge della corrente di Kirchhoff.*



$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

(3) La tensione su ciascun ramo del circuito è la stessa



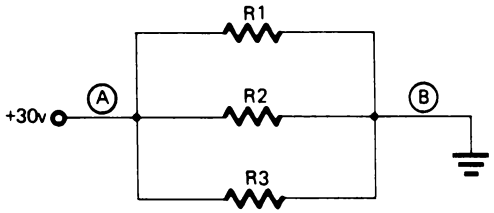
cioè, $E_T = E_1 = E_2 = E_3$ ecc.

(4) La resistenza totale è uguale al reciproco della somma dei reciproci delle resistenze.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La più importante caratteristica dei circuiti parallelo è: *Un circuito parallelo ripartisce la corrente, mentre un circuito serie ripartisce le tensioni.*

Rispondete alle domande che seguono relative al circuito disegnato sotto. Potete riferirvi alle caratteristiche del circuito parallelo elencate sopra.



1. Fornite la formula per determinare la resistenza totale del circuito disegnato sopra. _____

2. La corrente attraverso R_2 è più grande o più piccola della corrente nel punto "A"? _____

3. Qual'è la caduta di tensione su

   R_1 _____

   R_2 _____

   R_3 _____

4. La corrente in "A" è più grande, più piccola o uguale a quella in "B"?

   _____

5. Se $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 15\Omega$ ed $R_3 = 30\Omega$, quale sarebbe il più probabile valore di R_T?

   (a) 50Ω

   (b) 30Ω

   (c) meno di 10Ω

   (d) più di 30Ω

RISPOSTE:

1. La resistenza totale di un circuito parallelo è il reciproco della somma dei reciproci delle resistenze; cioè,

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

2. La corrente attraverso R_2 è minore della corrente in "A". La corrente al punto "A" è la corrente totale del circuito, mentre quella su R_2 è la corrente totale meno la corrente su R_1 ed R_3.

3. La caduta di tensione su tutti i tre resistori è 30V.

4. La corrente al punto "A" è uguale alla corrente in "B". Ricordate che la corrente si divide per passare attraverso R_1, R_2 e R_3 e poi si ricombina diventando uguale alla somma delle singole correnti.

5. (c) La resistenza totale di un circuito parallelo sarà sempre minore della resistenza del resistore più piccolo.

   Il valore è:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$$

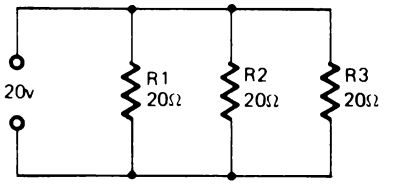
$$\frac{1}{R_T} = \frac{3}{30} + \frac{2}{30} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{6}{30} = \frac{1}{5}$$

$$RT = 5\Omega$$

RIEPILOGO

Esempio 1



- determinate la caduta di tensione su R_2
- determinate la corrente che passa su R_2

Soluzione:

a. E_T = 20V. Questa tensione cade su tutti i resistori del circuito.

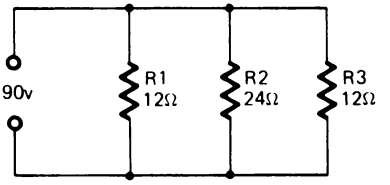
b. Cioè, la caduta di tensione su R_2 è 20V.

c. La corrente nel ramo R_2 si determina come se fosse un problema di circuito serie; per esempio

$$I = \frac{E}{R} = \frac{20V}{20\Omega} = 1\ A$$

Esempio 2

Trovate i valori mancanti e completate la tabella.



	R1	R2	R3	Totali
E				90v
I				
R	12Ω	24Ω	12Ω	

Soluzione:

a. In un circuito parallelo la caduta di tensione su tutti i rami in parallelo è la stessa. Poichè E_t = 90V, E_1 = E_2 = E_3 = 90V.

b. Poichè conoscete la caduta di tensione su ogni resistore e la loro resistenza, potete determinare la corrente che vi fluisce.

$$I = \frac{E}{R}$$

$I_1 = 7{,}5$ A $\quad I_2 = 3{,}75$ A $\quad I_3 = 7{,}5$ A

c. $$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} + \frac{1}{12} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24} + \frac{2}{24}$$

d. $\frac{1}{R_t} = \frac{5}{24}$ (invertite e dividete) $R_t = 4{,}8\Omega$

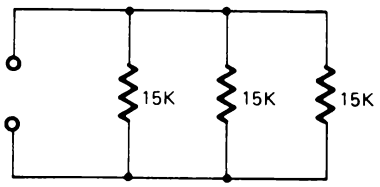
e. ora I_t può essere determinato in 2 modi: $I_t = 18{,}75$ A

— Usate i valori noti E_t ed R_t e trovate I_t

— Sommate tra di loro le singole correnti trovate in (b).

Esempio 3

Quando si hanno in parallelo resistenze dello stesso valore, la loro resistenza equivalente può essere determinata dividendo il valore di un resistore per il numero dei resistori di uguale valore.



Qual'è la resistenza totale di questo circuito?

Soluzione

a. Poichè i tre resistori hanno lo stesso valore, dividete tale valore per tre

$$R_t = \frac{15\ K\Omega}{3} = 5\ K\Omega$$

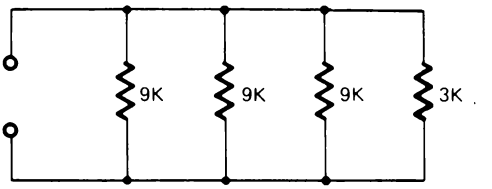
Per verificare questo procedimento, risolvete il problema usando il metodo del reciproco.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{15\ K\Omega} + \frac{1}{15\ K\Omega} + \frac{1}{15\ K\Omega} = \frac{3}{15\ K\Omega}$$

$$R_t = \frac{15\ K\Omega}{3} = 5\ K\Omega$$

Esempio 4

Quant'è la resistenza totale di questo circuito?



Risposta:_____

Soluzione

a. Per prima cosa determinate la resistenza equivalente dei tre resistori di 9 KΩ.

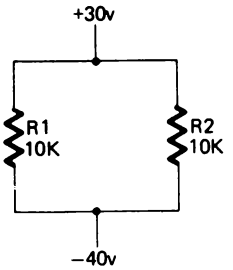
$$R = \frac{9\ K\Omega}{3} = 3\ K\Omega$$

b. Poi determinate R_t combinando la resistenza equivalente dei tre resistori di 9 KΩ e il resistore di 3 KΩ.

$$R_t = \frac{3\ K\Omega}{2} = 1{,}5\ K\Omega$$

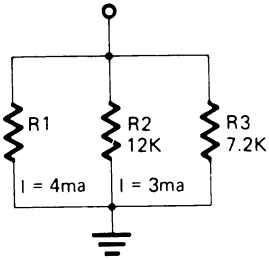
Determinate nei seguenti problemi i valori incogniti

1.



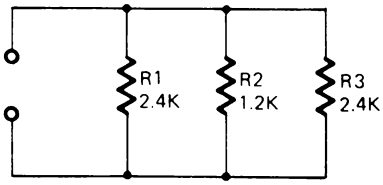
	R1	R2	Totali
E			
I			
R	10K	10K	

2.



	R1	R2	R3	Totali
E				
I	4ma	3ma		
R		12K	7.2K	

3. Quant'è la resistenza totale di questo circuito?



Risposta: _____

Soluzioni:

1. a. E_1, E_2, E_t tutti uguali a 70V.

b. $$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{10\ K\Omega} + \frac{1}{10\ K\Omega} = \frac{2}{10\ K\Omega}$$

Invertite e dividete.

$$R_t = \frac{10\ K\Omega}{2} = 5\ K\Omega$$

c. La corrente in R_1 ed R_2 avrà lo stesso valore in quanto i resistori hanno lo stesso valore. $I_1 = I_2 = 7$ mA

d. $I_t = 14$ mA

2. a. Poichè conoscete la resistenza R_2 e la corrente in essa potete trovare la tensione applicata al circuito. $E_2 = 36V$. Quindi $E_1 = E_2 = E_t = 36V$.

   b. Conoscendo la tensione potete trovare la resistenza di R_1. $R_1 = 9\ K\Omega$.

   c. Noto E_t potete anche trovare la corrente su R_3. $I_3 = 5\ mA$.

   d. $$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{9\ K\Omega} + \frac{1}{12\ K\Omega} + \frac{1}{7{,}2\ K\Omega} = \frac{4}{36} + \frac{3}{36} + \frac{5}{36} + \frac{12}{36}$$

   $$R_t = \frac{36}{12} = 3\ K\Omega$$

   Nota: 36 è il denominatore comune.

3. $R_t = 0{,}6\ K\Omega$ oppure 600Ω

   Questo problema si può risolvere in due modi, o usando il metodo del reciproco oppure il seguente:

   a. Per prima cosa trovate la resistenza equivalente di R_1 ed R_3.

   $$R = \frac{2{,}4\ K\Omega}{2} = 1{,}2\ K\Omega$$

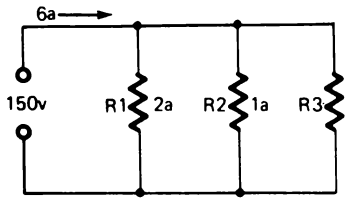
   b. Poichè la resistenza equivalente di R_1 ed R_3 eguaglia la resistenza di R_2, si può usare lo stesso metodo per determinare la resistenza totale del circuito.

   $$R_t = \frac{1{,}2\ K\Omega}{2} = 0{,}6\ K\Omega \text{ oppure } 600\Omega$$

RIEPILOGO

Risolvete i seguenti problemi determinando i valori incogniti. Se avete difficoltà riferitevi alle soluzione della pagina che segue.

1.



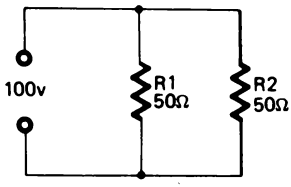
R_1 = _____

R_2 = _____

R_3 = _____

I_{R_3} = _____

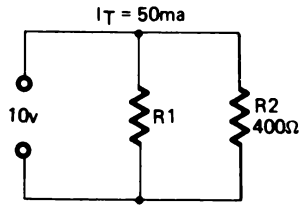
2.



I_{R_1} = _____

I_{R_2} = _____

3.

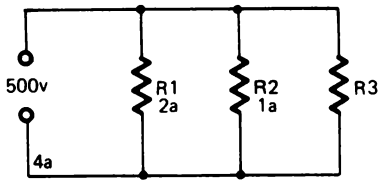


R_1 = _____

I_{R_1} = _____

I_{R_2} = _____

4.



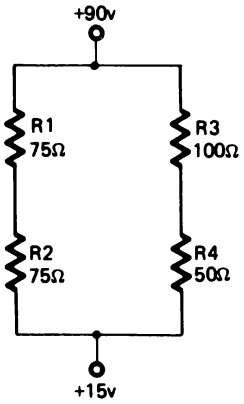
R_1 = _____

R_2 = _____

R_3 = _____

I_{R_3} = _____

5.



Trovate I_t = _____

RISPOSTE

1. $R_1 = 75\Omega$
   $R_2 = 150\Omega$
   $R_3 = 50\Omega$
   $I_{R_3} = 3A$

2. $I_{R_1} = 2A$
   $I_{R_2} = 2A$

3. $R_1 = 400\Omega$
   $I_{R_1} = 25\ mA$
   $I_{R_2} = 25\ mA$

4. $R_1 = 250\Omega$
   $R_2 = 500\Omega$
   $R_3 = 500\Omega$
   $I_{R_3} = 1A$

5. $I_T = 1A$

SOLUZIONI

1. $R_1 = \frac{E_T}{I_{R_1}} = \frac{150V}{2A} = 75\Omega$

$R_2 = \frac{E_T}{I_{R_2}} = \frac{150V}{1A} = 150\Omega$

$R_3 = \frac{E_T}{I_{R_3}} = \frac{150V}{3A} = 50\Omega$

$I_{R_3} = I_T - (I_{R_1} + I_{R_2}) = 6A - (2A + 1A) = 6A - 3A = 3A$

2. $I_{R_1} = \frac{E_T}{R_1} = \frac{100V}{50\Omega} = 2A$

$I_{R_2} = \frac{E_T}{R_2} = \frac{100V}{50\Omega} = 2A$

3. $R_1 = \frac{E_T}{I_{R_1}} = \frac{10V}{0{,}025A} = 400\Omega$

$I_{R_1} = I_T - I_{R_2} = 50\ mA - 25\ mA = 25\ mA$

$I_{R_2} = \frac{E_T}{R_2} = \frac{10V}{400\Omega} = 0{,}025A\ (25\ mA)$

4. $R_1 = \frac{E_T}{I_{R_2}} = \frac{500V}{2A} = 250\Omega$

$R_2 = \frac{E_T}{I_{R_2}} = \frac{500V}{1A} = 500\Omega$

$R_3 = \frac{E_T}{I_{R_3}} = \frac{500V}{1A} = 500\Omega$

$I_{R_3} = I_T - (I_{R_1} + I_{R_2}) = 4A - (2A + 1A) = 4A - 3A = 1A$

5. Trovate I_T. Qui le resistenze in un ramo sono in serie. Quindi la somma delle resistenze di un ramo è la resistenza totale di quel ramo.

$$R_1 + R_2 = 75\Omega + 75\Omega = 150\Omega$$

$$R_3 + R_4 = 100\Omega + 50\Omega = 150\Omega$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{150} + \frac{1}{150} = \frac{2}{150}$$

$$\text{(Invertite)} = \frac{150}{2} = 75\Omega = R_2$$

$$I_T = \frac{E_T}{R_T} = \frac{75V}{75\Omega} = 1A$$

STIMA DEI VALORI

I seguenti sono suggerimenti che potete usare per stimare i valori nei circuiti parallelo.

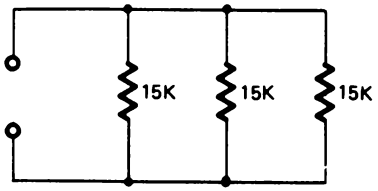
- La resistenza totale di un circuito parallelo sarà sempre minore della resistenza più piccola.
- La resistenza equivalente di resistori uguali in parallelo è pari al valore di un resistore diviso per il numero dei resistori.
- Arrotondate i valori in modo che si possa trovare facilmente il denominatore comune.

Nella pratica effettiva, raramente vi sarà richiesto di calcolare valori assoluti di tensione e corrente. Ma dovrete essere capaci di esaminare un circuito e, dai valori dati, determinare quali sono i valori approssimati. Stimando i valori, sarete capaci di dire se i vostri calcoli sono esatti o, se state facendo delle prove, di dire se i valori ottenuti sono quelli che vi aspettavate.

RIPASSO

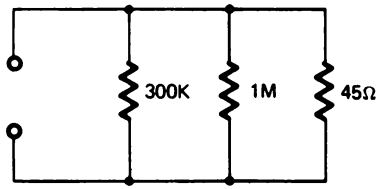
Determinate in questi problemi i valori mancanti, usando i suggerimenti precedentemente dati sopra. Poi confrontate le risposte. Assicuratevi di aver capito come sono stati risolti questi problemi.

1.



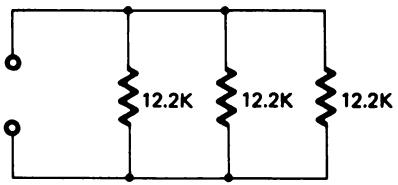
Quant'è la R_t di questo circuito?

2.



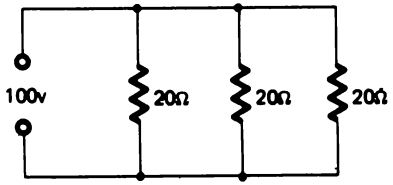
Quant'è il valore approssimato di R_t in questo circuito?

3.



Stimate in questo circuito la R_t

4.



Quant'è la corrente totale che fluisce in questo circuito?

RISPOSTE

1. 5 KΩ
2. 44Ω
3. 4 KΩ
4. 15A

SOLUZIONI

1. Poichè tutti i resistori hanno lo stesso valore, avrete semplicemente diviso il valore di un resistore (15 KΩ) per il numero dei resistori (3), per arrivare alla resistenza totale di 5 KΩ.

2. Poichè la resistenza totale di un circuito parallelo è sempre minore del valore del resistore più piccolo, avrete subito visto che R_t è minore di 45Ω. Siccome poi i valori degli altri due resistori sono grandi rispetto al valore del resistore di 45Ω, possono essere ignorati.

3. La prima cosa che dovreste aver fatto è di arrotondare il valore 12,2 KΩ a 12 KΩ. Poi, poichè tutti i resistori sono uguali, dividendo il valore di un resistore (12 KΩ) per il numero dei resistori (3) si ha 4 KΩ.

4. Questo problema può essere risolto in molti modi. In modo più semplice sarebbe quello di determinare la corrente che passa attraverso un resistore e poi, considerato che tutti i resistori hanno lo stesso valore, moltiplicare la corrente di un resistore per il numero di essi.

ESPERIMENTI

CIRCUITI PARALLELO

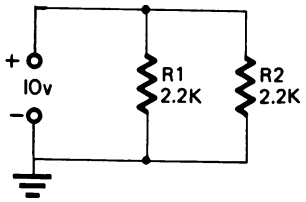
Scopo

Lo scopo di questi esperimenti è di dimostrare l'effetto che i circuiti parallelo hanno sulla corrente e sulla resistenza totale.

ESPERIMENTO # 1

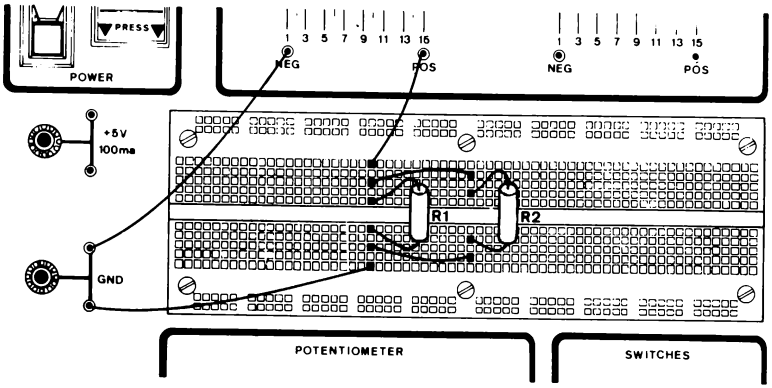
L'obiettivo di questo esperimento è dimostrare che quando ci sono percorsi ad eguale resistenza la corrente si divide egualmente.

Schema



Passo 1

Allestite l'esperimento disponendo i componenti nel breadboard come mostrato. A questo punto non effettuate il collegamento ai +10V.



Passo 2

Stimate la resistenza totale (R_t) del circuito.

R_t = _____

Passo 3

Adoperando il tester per misurare la resistenza del circuito, verificate la vostra stima.

- Ponete il commutatore sulla scala degli Ohm.
- Sistemate i puntali in modo che lo strumento sia in parallelo al circuito. (notate che quando si misura la resistenza non deve esserci mai tensione applicata al circuito).
- Provate a variare la posizione del commutatore finchè non si ha la lettura migliore.
- Che cosa legge lo strumento?
- Qual'è la posizione migliore?

Probabilmente avete trovato che la scala X10 dà la lettura migliore. La resistenza totale dovrebbe essere di 1,1 KΩ. Se avete stimato che la resistenza totale è di 1000Ω, la vostra stima è abbastanza esatta.

Passo 4

Completate l'approntamento del circuito e regolate l'alimentatore in modo da avere +10V.

Passo 5

Calcolate la corrente totale del circuito e poi la corrente su ciascun resistore.

I_t = _____

I_1 = _____

I_2 = _____

Passo 6

Adoperando il testere per misurare la corrente nel circuito, verificate le vostre stime.

- Scollegate il ponte che unisce GND al punto di congiunzione dei due resistori.
- Ponete lo strumento in serie ad R_1 ed R_2 con la scala su MA (fate attenzione alla polarità dei puntali dello strumento).
- Qual'è la lettura dello strumento?_____
- Ricollegate GND e scollegate R_2 dal punto di congiunzione di R_1 con GND.
- Ponete lo strumento in serie a R_2.
- Quanta corrente fluisce su R_2?_____
- Ricollegate R_2. Liberate il terminale negativo di R_1.
- Ponete lo strumento in serie a R_1.
- Quanta corrente scorre attraverso R_1?_____
- Sono uguali le letture di R_1 ed R_2?_____
- La somma delle letture di R_1 ed R_2 è uguale alla lettura della corrente totale?_____

Sommario

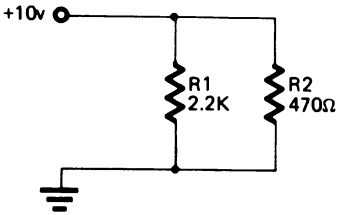
In un circuito parallelo, se la resistenza di ciascun ramo è uguale, la corrente si divide egualmente in ogni ramo. La somma delle correnti di ciascun ramo eguaglierà la corrente totale.

CIRCUITI PARALLELO

ESPERIMENTO # 2

L'obiettivo di questo esperimento è di dimostrare che la caduta di tensione sui resistori in parallelo è sempre la stessa e che la corrente che percorre i resistori in parallelo è inversamente proporzionale al valore dei resistori.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento come fatto per l'Esperimento # 1. Usate i valori dei resistori come nello schema sopra.

Regolate l'alimentatore a +10V, ma *non* collegate il ponte.

Passo 2

Stimate la resistenza totale del circuito.

R_t stimata _____

La vostra stima dovrebbe essere stata di 400Ω. Arrotondate R_1 a 2 KΩ ed R_2 a 0,5 KΩ.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \qquad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2\ K\Omega} + \frac{1}{0{,}5\ K\Omega} \qquad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2\ K\Omega} + \frac{4}{2\ K\Omega}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{5}{2\ K\Omega}$$

$$R_T = \frac{2\ K\Omega}{5}$$

R_T = 0,4 KΩ oppure 400Ω

Passo 3

Verificate la vostra stima impiegando il tester per misurare la resistenza totale.

Lettura dello strumento_____

Passo 4

Stimate la corrente che passa su R_1.

I_1 stimata =

La vostra stima dovrebbe essere stata circa 5 mA.

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{10V}{2\ K\Omega} = 0{,}005A \text{ oppure } 5\ mA$$

Passo 5

Stimate la corrente che passa su R_2

I_2 stimata =

La vostra stima dovrebbe essere stata circa 20 mA.

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{10V}{0{,}5\ K\Omega} = 0{,}02A \text{ oppure } 20\ mA$$

Passo 6

Verificate le vostre stime misurando la corrente su ciascun resistore. Seguite i passi descritti nell'Esperimento # 1.

I_1 = _____ _____

I_2 = _____

I_3 = _____

Sommario

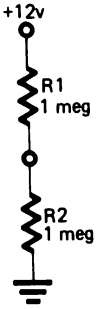
La caduta di tensione su entrambi i resistori del circuito è la stessa, ma la corrente che passa attraverso i resistori è inversamente proporzionale al valore dei resistori. Cioè attraverso il resistore più piccolo passa più corrente che attraverso il resistore più grande.

Un altro punto da notare è che la resistenza totale in un circuito parallelo è sempre minore del resistore più piccolo.

ESPERIMENTO # 3

L'obiettivo di questo esperimento è dimostrare che quando si lavora con circuiti ad alta impedenza (resistenza), si deve prendere in considerazione la resistenza interna dello strumento.

Schema



Passo 1

Realizzate questo circuito e regolate l'alimentatore usando il voltmetro.

Passo 2

Stimate la tensione nel punto di congiunzione di R_1 ed R_2.

Risposta _____

Questo è un circuito molto semplice. Entrambi i resistori hanno lo stesso valore. Per cui dovreste aver stimato che la tensione è pari a 6V.

Passo 3

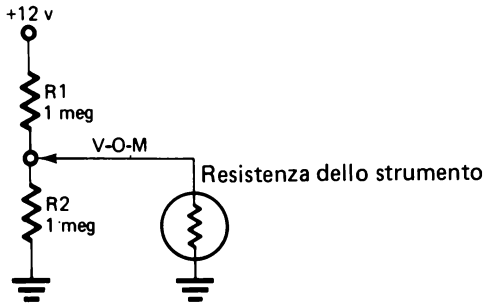
Ponete il commutatore del tester sulla scala 12Vcc e misurate la tensione sul punto di congiunzione di R_1 ed R_2.

Lettura dello strumento _____

Lo strumento ha letto il valore che vi aspettavate? _____

A questo punto penserete che qualcosa non va nel vostro strumento. Vi aspettavate una lettura di 6V, che è la tensione che avete stimato. Perfino se calcolate la tensione avrete ancora 6V. Per vedere ciò che accade, dovete ridisegnare lo schema, in quanto quello precedente non mostra il circuito intero.

L'elemento che è stato trascurato è la resistenza dello strumento. Quando misurate la tensione ponete lo strumento in parallelo al circuito. Questo fa si che anche la resistenza interna dello strumento è posta in parallelo al circuito. Lo schema sotto mostra questo punto.



Come vedete, quando lo strumento è inserito nel circuito c'è un circuito parallelo fatto da R_2 e dallo strumento (R_m) in serie a R_1.

Se il vostro tester è un ICE 310 la resistenza dello strumento è 20.000Ω per volt. Ciò significa che la resistenza dello strumento (20.000Ω) deve essere moltiplicata per il valore di fondo scala in qualsiasi posizione del commutatore.

Per esempio quando lo strumento è sulla scala 12V, la sua resistenza è 20.000Ω x 12 = 240.000Ω.

Se lo strumento fosse posizionato sulla scala 3V, la sua resistenza sarebbe: 20.000Ω x 3 = 60.000Ω.

La resistenza dello strumento, espressa in Ω x V, è normalmente segnata sul pannello frontale dello strumento.

SOMMARIO DEI CIRCUITI PARALLELO

I punti importanti da ricordare relativi ai circuiti con resistenze in parallelo sono i seguenti:

- Aggiungendo una resistenza in parallelo si crea un percorso aggiuntivo alla corrente.
- La corrente si ripartisce. La quantità di corrente che passa su ogni resistenza può essere determinata con la legge di Ohm.
- La somma delle correnti che passano sulle singole resistenze è uguale alla corrente totale che fluisce nel circuito.
- Aggiungendo resistenze in parallelo la resistenza totale del circuito diminuisce. La resistenza effettiva totale è sempre minore della resistenza più piccola.
- La tensione applicata a un circuito parallelo è la stessa su ogni ramo.

Ciò completa lo studio dei circuiti parallelo. Ora completate il Test Finale per verificare la vostra conoscenza e ciò che avete capito sui circuiti parallelo.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti test servono per determinare in che modo avete capito gli argomenti presentati nel capitolo. Svolgete il Test Finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del Test.

- Se avete risposto a tutte le domande correttamente, avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potete andare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato una o due risposte dovete ripassare le informazioni relative a quelle domande. Quando vi rendete conto di aver capito perche avete sbagliato e potete rispondere esattamente, andate direttamente al capitolo successivo.

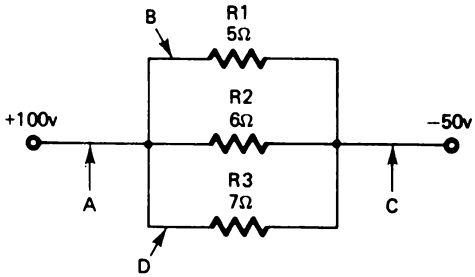
- Se avete sbagliato più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario, chiedete aiuto. Quando sentite di aver capito gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

CAPITOLO 6

TEST FINALE # 1

Domande da 1 a 4

Relativamente a questo circuito parallelo indicate quali delle seguenti affermazioni sono vere.



1. La corrente nel punto:

☐ a. B è la stessa del punto D

☐ b. A è la stessa del punto B

☐ c. C è la stessa del punto B

☐ d. A è la stessa del punto C

2. La caduta di tensione:

☐ a. del ramo R_1 è più grande del ramo R_3

☐ b. dei rami R_1 ed R_2 è uguale a quella tra A e C.

☐ c. del ramo R_2 è più piccola del ramo R_1

☐ d. del ramo R_2 è più grande di quella tra A e C

3. La corrente è:

☐ a. più grande nel ramo R_3 che nel ramo R_2 o R_1

☐ b. più grande nel ramo R_1 che in R_2 o R_3

☐ c. più grande nel ramo R_3 che in R_2

☐ d. tutti i precedenti

☐ e. nessuno dei precedenti

4. La resistenza nel circuito è:

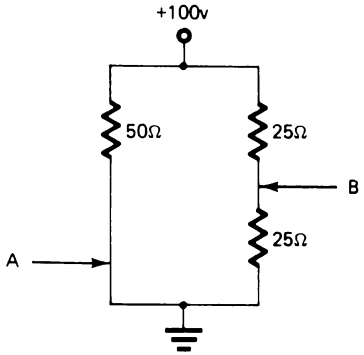
☐ a. minore di R_1

☐ b. uguale a R_3

☐ c. maggiore di R_3

☐ d. uguale a R_1

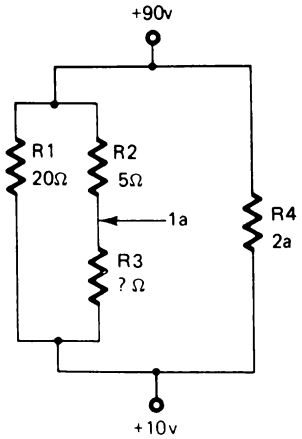
5. Trovate la corrente nei punti A e B qui sotto



A = _____

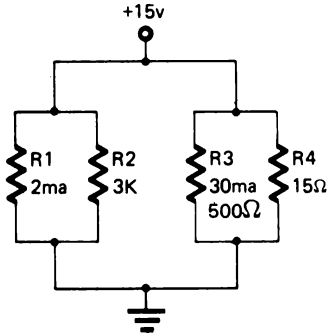
B = _____

6. Qual'è il valore del resistore R_3?



R_3 = _____

Trovate i valori necessari per completare la tabella.



	R1	R2	R3	R4	Totali
E	15v	15v	15v	15v	15v
I	2ma	7	30ma	8	9
R	10	3K	500Ω	15Ω	******

CAPITOLO 6

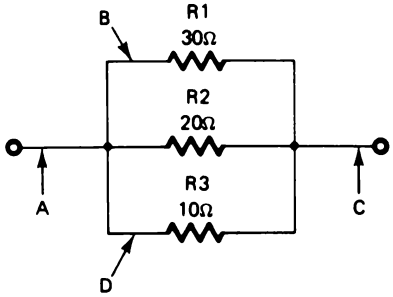
RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. d
2. b
3. b
4. a
5. A = 2A, B = 2A
6. 75Ω
7. 5 mA
8. 1A
9. 1,037A
10. 7,5 KΩ

CAPITOLO 6

TEST FINALE # 2

Con riferimento a questo circuito, indicate quali delle seguenti affermazioni sono vere.



1. La corrente nel punto:

☐ a. B è la stessa del punto D

☐ b. A è la stessa del punto B

☐ c. C è la stessa del punto B

☐ d. A è la stessa del punto C

2. La caduta di tensione:

☐ a. sul ramo R_1 è più grande che sul ramo R_3

☐ b. sui rami R_1 ed R_2 è uguale a quella tra A e C

☐ c. sul ramo R_2 è più piccola che sul ramo R_1

☐ d. sul ramo R_2 è più grande di quella tra A e C

3. La corrente è:

☐ a. più grande nel ramo R_3 che nel ramo R_2 o R_1

☐ b. più grande nel ramo R_1 che in R_3 o R_2

☐ c. più grande nel ramo R_2 che in R_3

☐ d. nessuno dei precedenti

4. La resistenza totale del circuito è:

☐ a. minore di R_1

☐ b. uguale a R_3

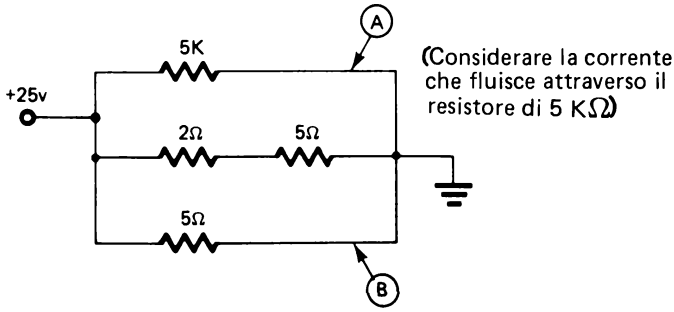
☐ c. minore di R_3

☐ d. uguale a R_1

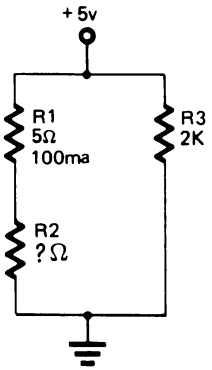
5. Trovate la corrente nei punti indicati.

A = _____

B = _____

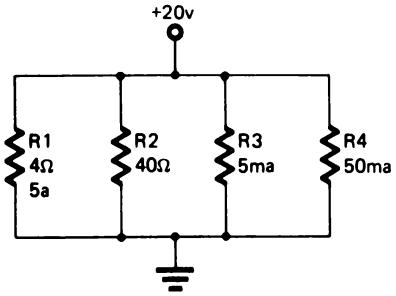


6. Qual'è il valore di R_2 ?



R_2 = _____

Trovate i valori richiesti per completare la tabella.



	R1	R2	R3	R4	Totali
E	20v	20v	20v	20v	20v
I	5a	7	5ma	50ma	8
R	4Ω	40Ω	9	10	****

CAPITOLO 6

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. d
2. b
3. a
4. c
5. A = 0,005A oppure 5 mA, B = 5A
6. 45
7. 0,5A oppure 500 mA
8. 5,555A
9. 4 KΩ
10. 400Ω

CAPITOLO 7

CIRCUITI SERIE PARALLELO

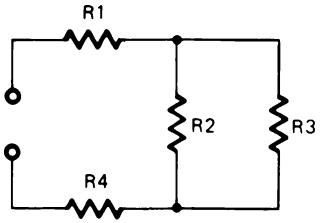
TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test che ha lo scopo di verificare la vostra conoscenza sugli argomenti presentati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza tale da permettervi di completare il test senza fare più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Se sbagliate più di una risposta, studiate gli argomenti del capitolo.

Dopo che avete completato il test, confrontate le risposte con quelle riportate nella pagina che segue il test.

1. In questo circuito quali resistori sono in parallelo?



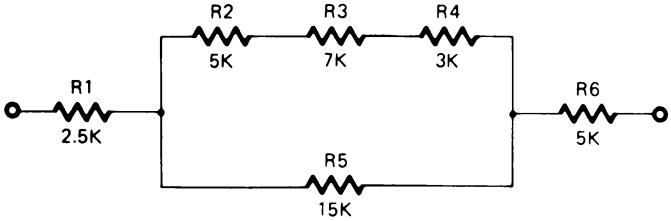
☐ a. R_1 ed R_3

☐ b. R_1 ed R_4

☐ c. R_1 ed R_3

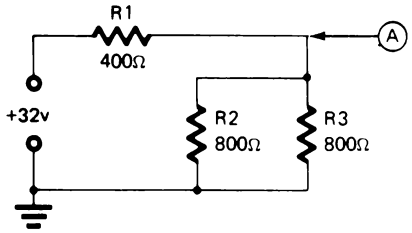
☐ d. R_2 ed R_3

2. Quant'è la resistenza totale di R_2, R_3 ed R_4?



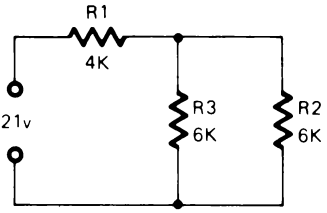
Risposta: _____

3. Quant'è la tensione nel punto "A"?

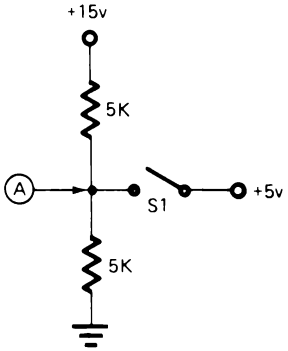


Risposta: _____

4. Quant'è la corrente che passa su R_3 ?



Risposta: _____



Quant'è la tensione nel punto "A"?

5. Con S_1 aperto: _____

6. Con S_2 chiuso: _____

CAPITOLO 7

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. d
2. 15 KΩ
3. 16V
4. 1,5 mA
5. +7,5V
6. +5V

Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti oppure se avete sbagliato una sola risposta, avete apparentemente una buona conoscenza degli argomenti del capitolo. Potete perciò passare direttamente al capitolo successivo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate il capitolo.

CAPITOLO 7

CIRCUITI SERIE PARALLELO

INTRODUZIONE

La maggior parte dei circuiti non sono circuiti serie puri o circuiti parallelo puri, bensì una combinazione di entrambi. E' importante che sappiate esaminare un circuito che ha entrambi i tipi di circuito e sappiate riconoscere i singoli componenti serie e parallelo dell'intero circuito.

Questo capitolo vuole essere un ripasso dei circuiti serie e parallelo e vi dà l'opportunità di analizzare i circuiti in modo che possiate imparare a riconoscere gli elementi in serie e in parallelo dell'intero circuito.

OBIETTIVI

Alla fine del capitolo sarete capaci di fare ciò che segue:

- Determinare la corrente che passa attraverso ogni resistore di un circuito serie parallelo.
- Determinare la caduta di tensione sui singoli resistori di un circuito serie parallelo.
- Identificare gli elementi in serie e in parallelo di tutto un circuito.
- Determinare le tensioni in diversi punti di un circuito serie parallelo.

RIPASSO DELLA LEGGE DI OHM DEI CIRCUITI SERIE E DEI CIRCUITI PARALLELO

Questo capitolo fa un ripasso degli argomenti presentati nei capitoli precedenti relativi alla legge di Ohm, ai circuiti serie e ai circuiti parallelo. Se vi accorgete che avete bisogno di ulteriori notizie o ripasso su qualcuno di quegli argomenti, riferitevi al capitolo relativo.

LEGGE DI OHM

La legge di Ohm stabilisce la relazione esistente tra tensione (E), corrente (I) e resistenza (R) di un circuito elettrico. Usando le formule della legge di Ohm e conoscendo due delle tre grandezze, potete trovare la terza.

Le tre forme dell'espressione della legge di Ohm sono:

$E = I \times R$ (tensione = Ampere moltiplicati per gli Ohm)

$I = \frac{E}{R}$ (ampere = tensione divisa per gli Ohm)

$R = \frac{E}{I}$ (ohm = tensione divisa per gli ampere)

La formula della legge di Ohm può essere applicata ad ogni resistenza di un circuito o al circuito totale.

Ripasso

1.

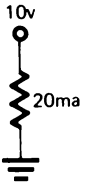
Qual'è la corrente che passa attraverso questo resistore?

Risposta _____

2.

Qual'è la caduta di tensione su questo resistore?

Risposta _____

3. 

Qual'è la resistenza del resistore mostrato?

Risposta _____

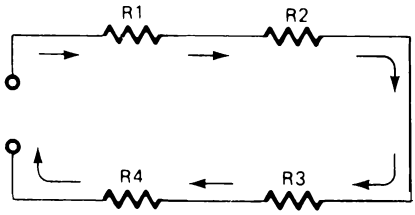
Risposte

1. 0,2A 2. 15V 3. 500Ω

Se non avete avuto difficoltà nel risolvere questi tre problemi, probabilmente avete ben capito la legge di Ohm. Se, invece, avete avuto dei problemi, studiate il capitolo 4 che spiega la legge di Ohm.

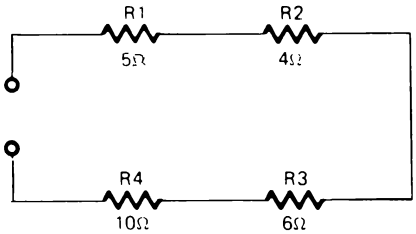
CIRCUITI SERIE

Un circuito serie è semplicemente un circuito che offre un unico percorso al fluire della corrente. Poichè il percorso è unico, il flusso di corrente sarà uguale in tutti i componenti del circuito.



$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

La quantità del flusso di corrente sarà limitata dalla resistenza totale del circuito. Questa si determina facilmente sommando tra loro le singole resistenze.

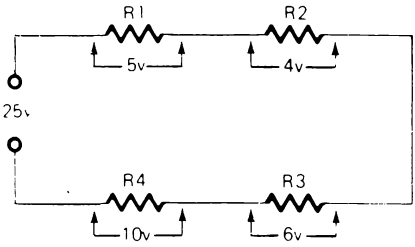


$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_T = 5\Omega + 4\Omega + 6\Omega + 10\Omega$$

$$R_T = 25\Omega$$

La tensione applicata al circuito serie si ripartirà lungo il circuito. Cioè le cadute di tensione sui singoli componenti, sommate insieme, daranno la tensione totale applicata.



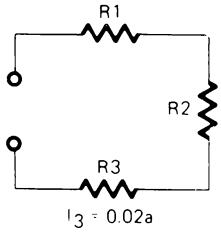
$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

$$E_T = 5V + 4V + 6V + 10V$$

$$E_T = 25V$$

Ripasso

1.



Se il flusso di corrente su R_3 è 0,02A, quant'è la corrente su

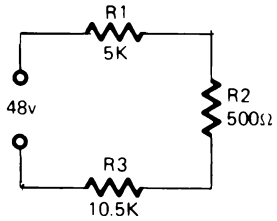
R_1 _____

R_2 _____

Quant'è il flusso totale di corrente (I_t) nel circuito?

I_t = _____

2.



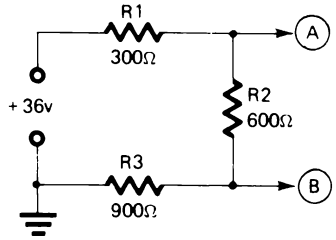
Quant'è la resistenza totale del circuito?

R_t = _____

Se la tensione applicata è 48V quant'è la corrente nel circuito?

I = _____

3.



Quant'è la caduta di tensione su

R_1 = _____

R_2 = _____

R_3 = _____

4. Con riferimento al problema 3, le tensioni nei punti "A" e "B" sono:

Punto A _____

Punto B _____

Risposte

1. R_1 = 0,02A

   R_2 = 0,02A

   I_t = 0,02A

   0,02A potrebbe anche essere espressa come 20 mA

2. R_t = 16 KΩ oppure 16.000Ω

   I = 0,003A oppure 3 mA

3. R_1 : 6V

   R_2 : 12V

   R_3 : 18V

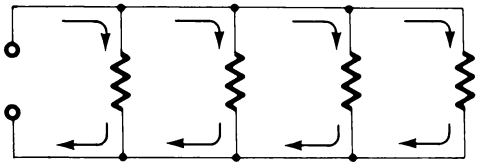
4. Punto A : 30V

   Punto B : 18V

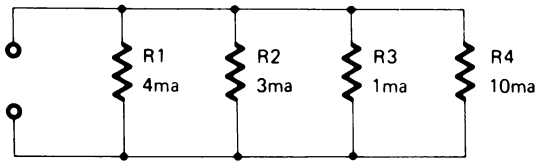
Se non avete avuto alcuna difficoltà nel risolvere questi problemi, probabilmente avete una buona conoscenza e avete ben capito i circuiti serie e sapete applicare la legge di Ohm, quando si lavora con circuiti serie. Se, invece, avete avuto qualche difficoltà, studiate il Capitolo 5 che spiega i circuiti serie.

CIRCUITI PARALLELO

Un circuito parallelo è semplicemente un circuito in cui ci sono diversi percorsi attraverso cui la corrente può fluire.



In un circuito parallelo la corrente si ripartisce in porzioni che fluiscono attraverso ciascun ramo del circuito. La corrente totale (I_t) è uguale alla somma delle singole correnti.

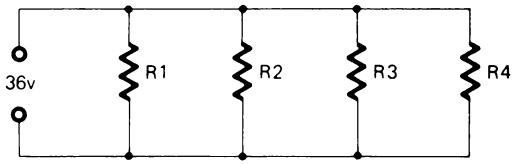


$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$I_t = 4\ mA + 3\ mA + 1\ mA + 10\ mA$$

$$I_t = 18\ mA$$

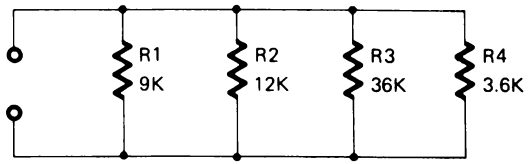
La caduta di tensione di un circuito parallelo è uguale alla tensione applicata ed è uguale su ogni ramo del circuito.



$$E_T = E_1 = E_2 = E_3 = E_4$$

La resistenza totale (R_t) di un circuito parallelo si determina sommando tra di loro i reciproci delle singole resistenze. Il reciproco della resistenza totale ($1/R_t$) è semplicemente 1 diviso la resistenza.

$$R = 5\Omega \qquad \text{Il reciproco è } \frac{1}{5\Omega}$$



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{9\ K\Omega} + \frac{1}{12\ K\Omega} + \frac{1}{36\ K\Omega} + \frac{1}{3{,}6\ K\Omega}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{4}{36\ K\Omega} + \frac{3}{36\ K\Omega} + \frac{1}{36\ K\Omega} + \frac{10}{36\ K\Omega}$$

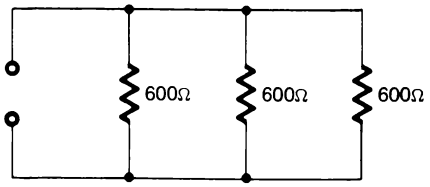
$$\frac{1}{R_t} = \frac{18}{36\ K\Omega}$$

$$R_t = \frac{36\ K\Omega}{18} \qquad R_t = 2\ K\Omega$$

E' importante notare che la resistenza totale di un circuito parallelo è sempre minore della resistenza del resistore più piccolo.

Quando tutte le resistenze di un circuito parallelo sono uguali si può impiegare un metodo più semplice per determinare la resistenza totale.

Dividere semplicemente il valore di una resistenza per il numero di resistori dello stesso valore.

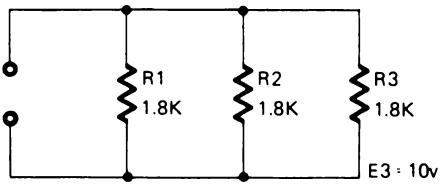


$$R_t = \frac{600\Omega}{3}$$ — valore di un resistore
— numero dei resistori

$$R_t = 200\Omega$$

Ripasso

1.



Quant'è la resistenza totale di questo circuito?

R_t _____

Se la caduta di tensione su R_3 è pari a 10V, quant'è quella su:

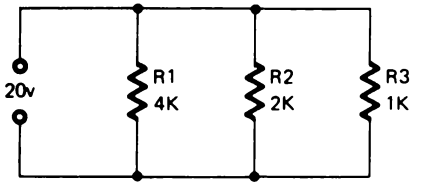
R_1 _____

R_2 _____

Quant'è la tensione totale applicata al circuito parallelo?

E_t _____

2.



Quant'è la resistenza totale di questo circuito?

R_t _____

Quant'è la corrente:

I_1 _____

I_2 _____

I_3 _____

I_t _____

Risposte

1. $R_t = 600\Omega$

   R_1 : 10V

   R_2 : 10V

   $E_T = 10V$

2. $R_t = 571\Omega$

   I_1 = 0,005A oppure 5 mA

   I_2 = 0,01A oppure 10 mA

   I_3 = 0,02A oppure 20 mA

   I_t = 0,035A oppure 35 mA

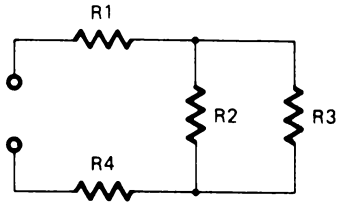
Se non avete avuto alcuna difficoltà nel risolvere questi problemi, avete probabilmente una buona conoscenza e avete ben capito i circuiti parallelo. Se, invece, avete avuto problemi, studiate il Capitolo 6 che spiega i circuiti parallelo.

CIRCUITI SERIE PARALLELO

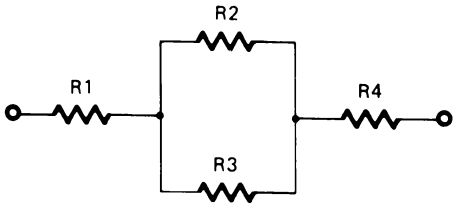
Nella pratica effettiva i sistemi elettronici comprendono circuiti molto più complessi di quelli studiati finora. Però tutti questi circuiti, quando vengono analizzati, possono essere ricondotti a semplici circuiti serie e circuiti parallelo o ad una combinazione di essi. Un circuito serie parallelo è niente di più di una combinazione di entrambi i tipi di circuiti.

Quando lavorate con circuiti complessi dovete sempre provare ad analizzarli in modo da poterli ricondurre ai loro equivalenti circuiti serie o parallelo.

Analizzate il circuito seguente e identificate nel circuito totale i circuiti serie e parallelo.



Il precedente circuito può essere ridisegnato in modo da rendere più facilmente riconoscibili i circuiti serie e parallelo.



Notate che R_1 ed R_4 sono in serie mentre R_2 ed R_3 sono in parallelo.

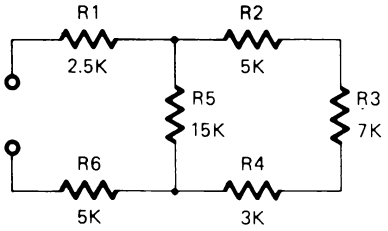
Per trovare la resistenza totale del circuito dovrete per prima cosa determinare la resistenza equivalente (R_e) di R_2 ed R_3.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Dopo aver determinato questo valore potete trovare la resistenza totale (R_t).

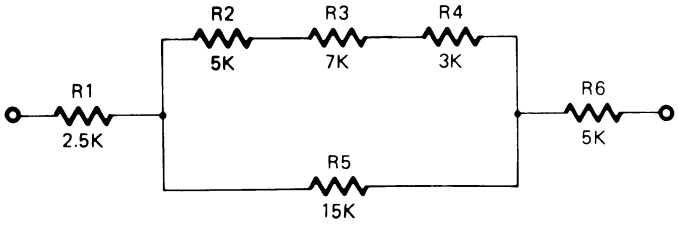
$$R_t = R_1 + Re + R_4$$

Ridisegnate il seguente circuito e determinate la sua resistenza totale



R_t = _____

Soluzione:



1. Determinate la resistenza combinazione di R_2, R_3, e R_4.

$$R = 5\ K\Omega + 7\ K\Omega + 3\ K\Omega = 15\ K\Omega$$

2. In seguito determinate la resistenza equivalente del parallelo fatto da R_5 e dalla resistenza combinazione di R_2, R_3 ed R_4. Poichè la resistenza combinazione dei tre resistori e la resistenza R_5 sono uguali a 15 KΩ, dividete 15 KΩ per 2 per trovare la resistenza equivalente.

$$R_e = \frac{15\ K\Omega}{2} = 7{,}5\ K\Omega$$

3. Ora potete determinare la resistenza totale del circuito sommando R_1, R_e ed R_6.

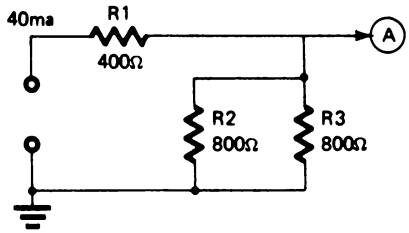
$$R_t = 2{,}5\ K\Omega + 7{,}5\ K\Omega + 5\ K\Omega$$

$$R_t = 15\ K\Omega$$

RIPASSO

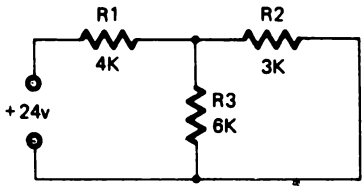
Ridisegnate i seguenti circuiti e determinate i valori

1.



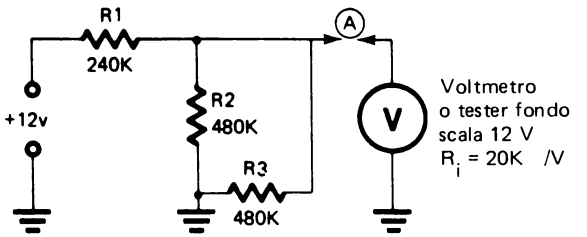
Quant'è la tensione nel punto "A"?_____

2.



Quant'è la corrente su R_3?_____

3.



In questo circuito lo strumento darà la lettura di: _____

Senza lo strumento nel circuito, quant'è la tensione in "A"? _____

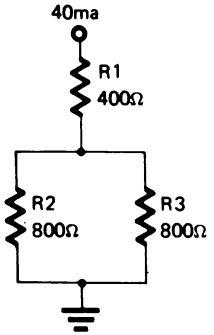
Spiegate perchè lo strumento dà una lettura differente.

_____

SOLUZIONI

I vostri circuiti ridisegnati dovrebbero essere simili ai seguenti:

1.

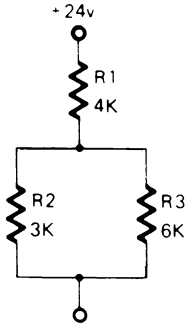


La tensione in "A" è 16V.

Per risolvere il problema dovete determinare la caduta di tensione sulla parte parallela di questo circuito.

Sapete che la corrente totale (I_t) è 40 mA. Sapete anche che entrambi i rami del circuito hanno la stessa resistenza 800Ω. Poichè la corrente si ripartisce, e in questo caso egualmente, dovreste aver trovato che la corrente in ogni ramo è di 20 mA. Con questa informazione potete determinare la caduta di tensione su ogni ramo del circuito parallelo e la tensione in "A".

2.



La corrente in R_3 è <u>1,33 mA</u>

Per prima cosa dovete trovare la resistenza totale (R_t) del circuito. Per fare ciò dovete trovare la resistenza della parte parallelo.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{3\ K\Omega} + \frac{1}{6\ K\Omega} = \frac{2}{6\ K\Omega} + \frac{1}{6\ K\Omega} = \frac{3}{6\ K\Omega}$$

$$R_e = \frac{6\ K\Omega}{3} = 2\ K\Omega$$

$$R_t = 4\ K\Omega + 2\ K\Omega = 6\ K\Omega$$

Ora potete trovare la corrente totale (I_t).

$$I = \frac{E}{R} \qquad I_t = \frac{24V}{6\ K\Omega} \qquad I_t = 4\ mA$$

Ora potete determinare la caduta di tensione sui rami in parallelo del circuito.

$$E = I \times R \qquad E = 4\ mA \times 2\ K\Omega = 8V$$

Finalmente potete trovare la corrente che passa per R_3.

$$I_3 = \frac{E}{R_3} \qquad I_3 = \frac{8V}{6\ K\Omega} = 1{,}33\ mA$$

3. Lo strumento dà una lettura di 4V.

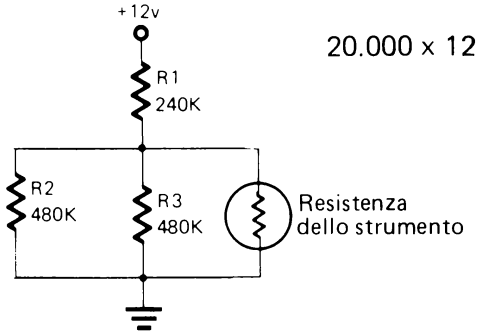
Senza strumento nel circuito la tensione in "A" è 6V.

Per risolvere questo problema dovete sapere che qualche volta si deve considerare la resistenza interna di uno strumento (Riferitevi all'Esperimento 3 del Capitolo 6).

- Per prima cosa determinate la resistenza interna dello strumento.

  20.000Ω/V – scala di 12V

  20.000 x 12 = 240.000 oppure 240 KΩ



- Determinate la resistenza equivalente (R_e) della parte di circuito parallelo.

$$R_e = \frac{480\ K\Omega}{2} = 240\ K\Omega$$

$$R_e \text{ (con strumento)} = \frac{240\ K\Omega}{2} = 120\ K\Omega$$

- Determinate la resistenza totale (R_t)

$$R_t = 240\ K\Omega + 120\ K\Omega = 360\ K\Omega$$

- Usando il metodo proporzionale determinate la caduta di tensione sulla parte parallelo del circuito. (Riferitevi al Capitolo 6).

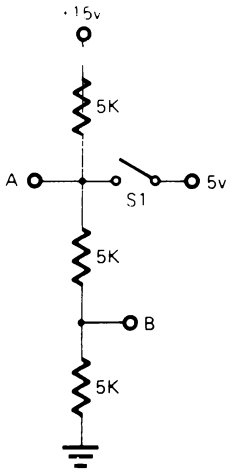
$$\frac{120\ K\Omega}{360\ K\Omega} = \frac{1}{3} \qquad \frac{1}{3} \times 12V = 4V$$

- Senza strumento inserito nel circuito la resistenza di R_1 eguaglia la resistenza equivalente di R_2 ed R_3. Per cui metà tensione cade su R_1. La tensione in "A" è 6V.

Misurando la tensione, la resistenza interna dello strumento va in parallelo al circuito. Normalmente la resistenza dello strumento è alta rispetto a quella del circuito tanto che il suo effetto può essere ignorato. Invece, quando la resistenza del circuito è alta, come in questo problema, lo strumento influenza il circuito.

CIRCUITI DI BLOCCO

Il circuito partitore di tensione qui mostrato ha 2 uscite: "A" e "B". Con una tensione applicata di 15V su ciascun resistore cade 1/3 di tensione (5V). L'uscita in "A" sarà 10V e quella in "B" sarà 5V. Ciò è vero finchè l'interruttore S_1 è aperto.



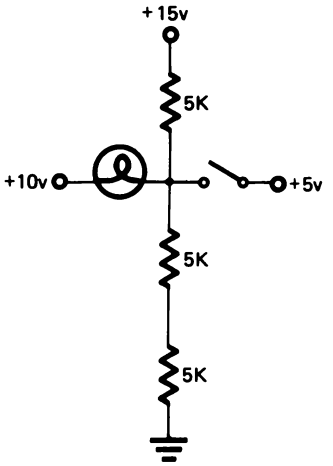
L'interruttore S_1 è collegato a una sorgente di 5V.

Quando S_1 è chiuso, l'uscita in "A" diviene pari a 5V poichè si collega direttamente a S_1.

Il partitore di tensione è ora cambiato poichè c'è un circuito alimentato da 5V a +15V ed un altro circuito alimentato da massa a 5V.

Questo secondo circuito (massa, +5V) farà si che l'uscita in "B" divenga pari a 2,5V.

La chiusura di S_1 *blocca* la tensione in "A" a 5V. Cioè la tensione in "A" non può cambiare finchè S_1 è chiuso. Per questo tale tipo di circuito è chiamato *circuito di blocco* (clamping circuit).



Con questo circuito si illustra un esempio di come potrebbe essere usato un circuito di blocco.

Nel punto "A" c'è il collegamento di una lampada a +10V.

Con S_1 "aperto" l'uscita del paritore di tensione in "A" è 10V così che non c'è nessuna differenza nella caduta di potenziale lungo la lampada. La lampada non si accende.

Chiudendo S_1 il punto "A" si blocca a 5V e ciò provoca una differenza di potenziale di 5V ai capi della lampada ed essa si accende.

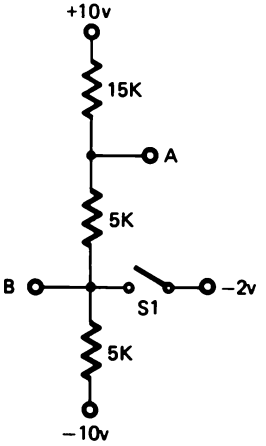
Questa azione di commutazione si ha frequentemente in un computer e normalmente è fatta da transistori, che cambiano i valori di tensioni, piuttosto che da interruttori meccanici come mostrato nell'esempio precedente.

La ricerca di guasti in questo tipo di circuiti presume che si conoscano i valori di tensione sia di "on" che di "off".

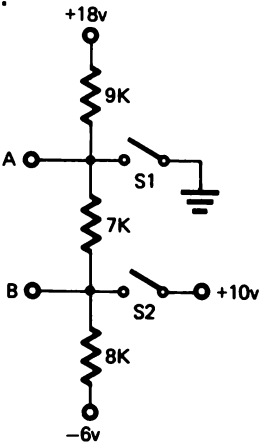
RIPASSO

Determinate le tensioni d'uscita nei seguenti problemi.

1.



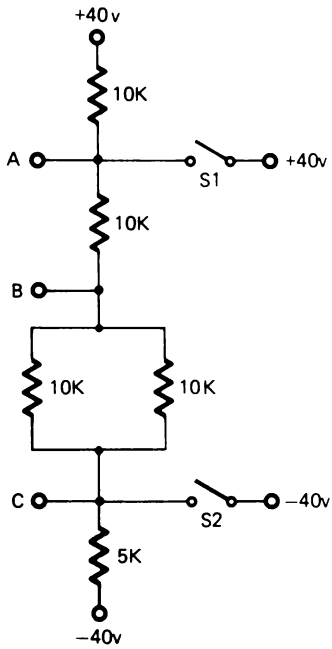
2.



	S1 Aperto	S1 Chiuso
A		
B		

	S1 Aperto S2 Aperto	S1 Chiuso S2 Aperto	S1 Aperto S2 Chiuso
A			
B			

3.



	S1 Aperto S2 Aperto	S1 Chiuso S2 Aperto	S1 Aperto S2 Chiuso
A			
B			
C			

RISPOSTE

1.

	S1 Aperto	S1 Chiuso
A	−2v	+1v
B	−6v	−2v

2.

	S1 Aperto S2 Aperto	S1 Chiuso S2 Aperto	S1 Aperto S2 Chiuso
A	+9v	0v	+13.5v
B	+2v	−2.8v	+10v

3.

	S1 Aperto S2 Aperto	S1 Chiuso S2 Aperto	S1 Aperto S2 Chiuso
A	+13.4v	+40v	+8v
B	−13.2v	0v	−24v
C	−26.5v	−20v	−40v

NOTA: Queste risposte sono ottenute usando il valore I = 2,66 mA. Se l'arrotondate a I = 2,6 mA, la vostra risposta sarà leggermente diversa.

ESPERIMENTI – CIRCUITI SERIE-PARALLELO

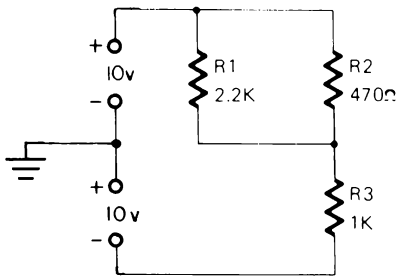
Scopo

Questi esperimenti dimostrano come scorre la corrente e le cadute di tensione nei circuiti serie-parallelo e fanno far pratica nella determinazione della corrente e della caduta di tensione.

ESPERIMENTO # 1

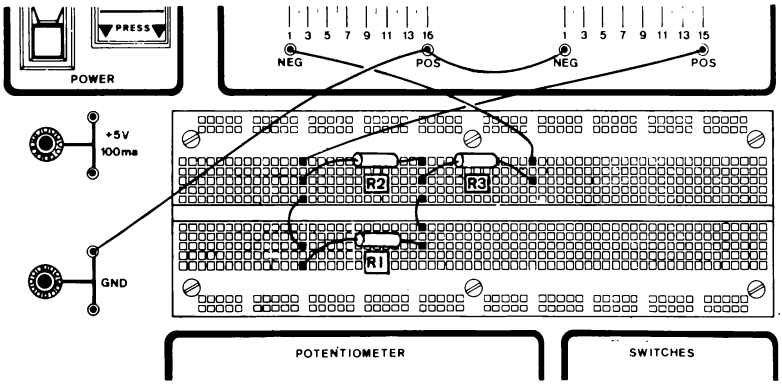
L'obiettivo di questo esperimento è mostrare che la somma delle correnti dei rami paralleli è uguale alla corrente del percorso in serie.

Schema



Passo 1

Ponete i comandi a cursore dell'alimentatore nella posizione di minimo, poi costruite il circuito ponendo i componenti sul breadboard come mostrato nella figura della pagina seguente. Regolate il primo alimentatore a +10V e il secondo a –10V, riferiti al potenziale di massa (GND).



Passo 2

Stimate la resistenza totale del circuito.

R_t stimata = _____

Quando stimate i valori di un circuito complesso, per prima cosa stimate la resistenza della parte parallelo e poi aggiungete ad essa la resistenza della parte serie. Dovreste aver stimato una resistenza totale di circa 1,4 KΩ.

Passo 3

Stimate la corrente totale del circuito.

I_t stimata = _____

Se avete stimato una corrente di circa 14 o 15 mA, è esatto.

Passo 4

Stimate la caduta di tensione su R_3. Considerate che la resistenza del pezzo parallelo sia approssimativamente 500Ω.

E_{R3} stimata = _____

La vostra stima dovrebbe essere circa 15V.

Quant'è la caduta di tensione sulla parte parallelo?_____

Se la caduta di tensione su R_3 è circa 15V, quella su R_1 ed R_2 deve essere 5V.

Passo 5

Verificate le vostre stime.

- Scollegate il conduttore dal terminale positivo (POS) del primo alimentatore e misurate la resistenza totale.

  Lettura dello strumento _____

- Ricollegate il conduttore e misurate la caduta di tensione su R_1 ed R_2.

  Lettura dello strumento _____

- Misurate la caduta di tensione su R_3

  Lettura dello strumento _____

Passo 6

Stimate la corrente su R_1

I_{R1} stimata_____

Stimate la corrente su R_2

I_{R2} stimata_____

Se stimate una I_{R1} pari a 3 mA ed una I_{R2} pari a 12 mA, siete abbastanza nel giusto.

Passo 7

Verificate le stime sulla corrente.

- Scollegate un capo di R_1 e collegate lo strumento in serie con esso. Assicuratevi che il tester sia posizionato su una scala giusta e che il V-O-M sia collegato al punto più positivo.

  Lettura dello strumento (I_{R1})_____

- Ricollegate R_1 e scollegate un capo di R_2.

  Lettura dello strumento (I_{R2})._____

- Ricollegate R_2. Scollegate il terminale più positivo di R_3 e ponete lo strumento in serie con R_1/R_2 ed R_3.

  Lettura dello strumento (I_{R2})._____

- Fate la somma di $I_{R1} + I_{R2} = I_{R3}$

Sommario

Nei precedenti capitoli avete studiato i circuiti serie ed i circuiti parallelo. In questo capitolo avete visto che le regole applicabili a ognuno di essi sono ancora valide, perfino per i circuiti combinazione dei precedenti.

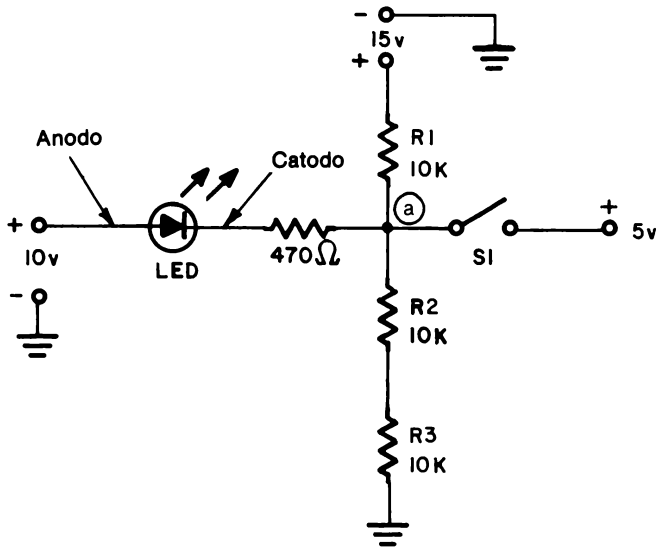
In un circuito parallelo la corrente si ripartisce in modo inversamente proporzionale al valore dei resistori mentre la caduta di tensione sui rami è la stessa.

In un circuito serie la tensione si ripartisce in modo direttamente proporzionale ai resistori mentre la corrente nel circuito è la stessa.

ESPERIMENTO # 2

L'obiettivo di questo esperimento è di dimostrare il funzionamento di un semplice circuito resistivo di blocco.

Schema



Passo 1

Cablate il circuito come mostrato in figura. Assicuratevi di aver installato il LED esattamente come mostrato. Userete un LED in serie e un resistore per limitare la corrente nel dispositivo. Imparerete qualcosa di più su questo dispositivo in un capitolo successivo. Nell'usare un LED dovete essere certi di distinguere l'anodo (—) dal catodo (+). I costruttori usano diversi metodi per identificare il catodo; il modo più comune è un lato piatto o un intaglio sulla flangia. Il morsetto più vicino al lato piatto o all'intaglio è il catodo.

Passo 2

Controllate che il cursore sia in giù (aperto) e che i comandi dell'alimentatore siano in una posizione intermedia (posizione 7 o 8).

Date tensione e regolate il primo alimentatore a +15V (o un valore quanto più vicino a questo) e il secondo a +10V.

Passo 3

Con S_1 aperto (in giù), stimate e poi misurate la tensione in "a".

Lettura dello strumento _____

Dovreste aver misurato approssimativamente +10V.

Il LED è accesso o no?

Stato del LED _____

Dovreste aver osservato che il LED è spento.

Poichè non si ha alcun potenziale su quei componenti, il LED resta spento.

In questa configurazione è richiesta una tensione tra i 3 e 7 volts tra il resistore da 470Ω e il LED affinchè quest'ultimo si accenda senza danneggiarsi.

Passo 4

Muovete il cursore fino alla posizione di chiuso (su). Quant'è ora la tensione in "A"? Misuratela.

Lettura dello strumento _____

Qual'è la condizione del LED?

Stato del LED _____

Avrete ora notato che il LED è acceso. Chiudendo S_1, connettete direttamente il punto "A" all'alimentatore +5V; bloccandolo a questo potenziale. Poichè ora c'è una tensione di +5V sull'insieme LED - resistore a 470Ω, la corrente può fluire e il LED si accende.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests finali hanno lo scopo di determinare in che modo avete capito gli argomenti presentati nel Capitolo. Svolgete il Test Finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle riportate alla fine del test.

- Se rispondete correttamente a tutte le domande, avete una buona conoscenza degli argomenti presentati e potete andare direttamente al capitolo successivo.

- Se sbagliate una o due risposte ripassate le informazioni relative. Quando avete capito perchè avete sbagliato e siete capaci di rispondere esattamente, potete andare al capitolo successivo.

- Se sbagliate più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario, chiedete aiuto. Quando vi rendete conto di aver capito gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

  Se siete capaci di rispondere esattamente a tutte le domande andate al capitolo successivo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare finchè non capite gli argomenti presentati e poi passate al capitolo successivo.

CAPITOLO 7

TEST FINALE # 1

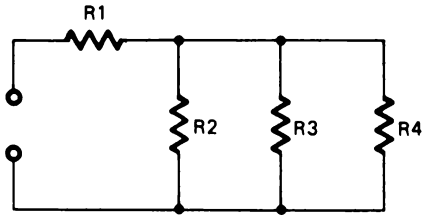
1. Nel seguente circuito quali sono i resistori in parallelo?

☐ a. R_1 ed R_2

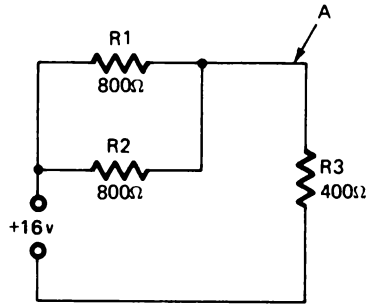
☐ b. R_1 ed R_4

☐ c. R_2, R_3 ed R_4

☐ d. R_1 ed R_3

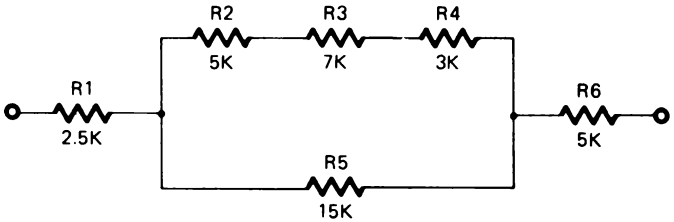


2. Quant'è la tensione in "A"?



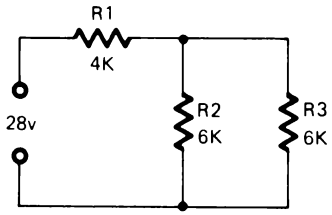
Risposta: _____

3. Quant'è la resistenza totale di questo circuito?



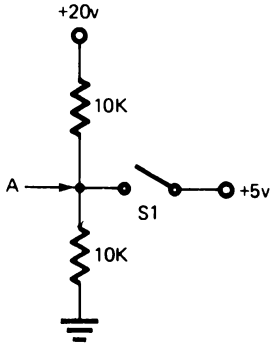
Risposta: _____

4. Quant'è la corrente che passa su R_2 ?



Risposta: _____

Quant'è la tensione in "A"?



5. S_1 aperto _____

6. S_1 chiuso _____

CAPITOLO 7

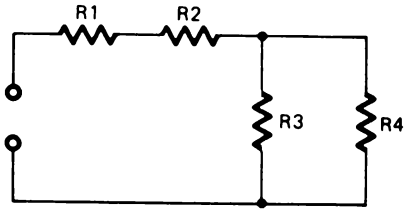
RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. c
2. 8V
3. 15 KΩ
4. 0,004A
5. +10V
6. +5V

CAPITOLO 7

TEST FINALE # 2

1. Nel seguente circuito quali sono i resistori in parallelo?



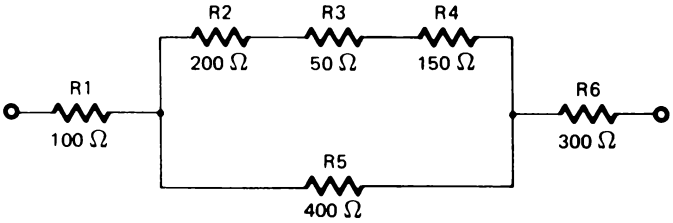
☐ a. R_1 ed R_2

☐ b. R_3 ed R_4

☐ c. R_2 ed R_4

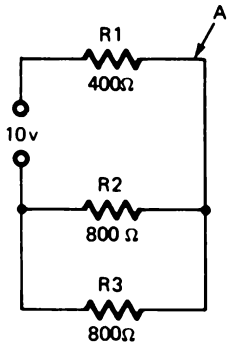
☐ d. R_1 ed R_3

2. Quant'è la resistenza totale di questo circuito?



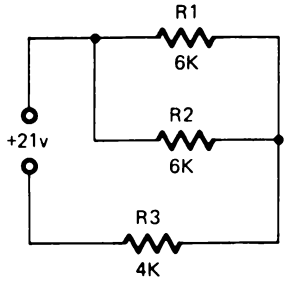
Risposta: _____

3. Quant'è la tensione in "A"?



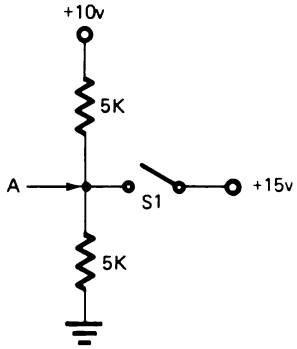
Risposta: _____

4. Quant'è la corrente che passa su R_1 ?



Risposta:_____

Quant'è la tensione in "A"?



5. S_1 aperto_____

6. S_1 chiuso _____

CAPITOLO 7

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. b
2. 600Ω
3. 5V
4. 0,0015A oppure 1,5 mA
5. +5V
6. +15V

CAPITOLO 8

CONDENSATORI

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un Test iniziale che ha lo scopo di verificare la vostra conoscenza attuale degli argomenti presentati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza sufficiente da permettervi di completare il test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Invece, se sbagliate più di una risposta dovete completare la vostra preparazione con gli argomenti del capitolo.

Dopo aver completato il test, confrontate le risposte con quelle riportate sulla pagina che segue il test.

1. Quale tra i seguenti non è un fattore determinante nella capacità del condensatore di separare le cariche:

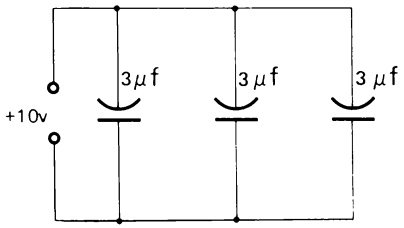
☐ a. La distanza tra le placche

☐ b. La dimensione della placca

☐ c. La grandezza del conduttore

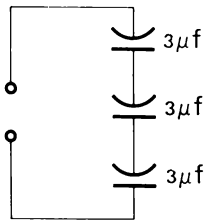
☐ d. La natura del dielettrico

2. Determinate la capacità totale di questo circuito.



Risposta: _____

3. Determinate la capacità totale di questo circuito



Risposta: _____

4. Ogni volta che si applica una corrente continua con tirino (c.c.) a un condensatore, esso:

☐ a. blocca la corrente

☐ b. lascia passare la corrente

☐ c. non ha alcun effetto sul circuito

5. Quando si applica corrente alternata (c.a.) ad un condensatore in un circuito, il condensatore:

☐ a. blocca la corrente

☐ b. fa passare la corrente

☐ c. non determina sul circuito alcun effetto

CAPITOLO 8

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. c
2. 9μF
3. 1μF
4. (a) blocca
5. (b) fa passare

Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti, o ne avete sbagliato solo uno, avete apparentemente una buona conoscenza degli argomenti insegnati in questo capitolo. Potete perciò passare direttamente al capitolo successivo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate questo capitolo.

CAPITOLO 8
CONDENSATORI

INTRODUZIONE

I condensatori sono elementi comuni nei circuiti elettronici moderni. Sono usati nei calcolatori, nei registratori di cassa, nei computer e in migliaia di prodotti elettronici.

I condensatori lavorano immagazzinando energia elettrica per poi restituirla quando si desidera e con la velocità voluta. Questa caratteristica unica permette al condensatore di essere impiegato nella regolazione della tensione, nei circuiti di sintonia e perfino nella filtrazione di segnali di frequenza non desiderate.

La tecnica elettronica moderna di riparazione si basa sulla conoscenza degli usi e delle caratteristiche dei condensatori. Un buon tecnico, conoscendo il segnale d'ingresso, può prevedere se il condensatore muterà il segnale di uscita. Questo gli permette di risparmiare ore di lavoro quando ripara i circuiti.

OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete capaci di:

- Stabilire che l'unità di misura fondamentale della capacità è il farad, ma che la maggior parte dei condensatori si misurano in microfarad o picofarad.
- Stabilire che un microfarad è un milionesimo del farad e che un picofarad è un milionesimo del microfarad.
- Riconoscere i circuiti integratori e differenziali e le rispettive forme d'onda dei segnali d'uscita.
- Stabilire che i condensatori possono essere usati per bloccare la tensione continua, far passare la tensione alternata e filtrare le variazioni di tensione.
- Calcolare le costanti di tempo e fare il grafico dei segnali di uscita dai circuiti integratori e differenziali.
- Determinare se un condensatore è usato come differenziatore, integratore, incrementatore, accoppiatore o ritardatore.

CHE COSA E' UN CONDENSATORE?

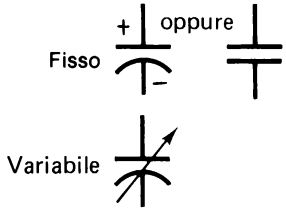
I condensatori possono essere definiti con due loro caratteristiche:

1. Immagazzinano l'energia elettrica.

2. Consentono a questa energia immagazzinata di essere caricata o scaricata in maniera prevedibile.

L'energia liberata da un condensatore può essere paragonata a quella di una batteria carica o scarica. Non c'è nessun modo semplice per controllare la velocità di carica o scarica di una batteria, se non sviluppando una circuiteria complessa. Invece per controllare la velocità di carica e scarica di un condensatore sono sufficienti una sorgente di tensione e resistori in serie.

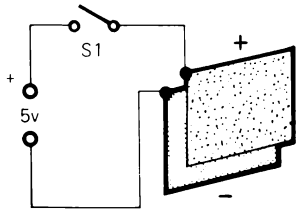
Schematicamente i condensatori possono essere rappresentati con uno dei tre simboli a destra. I simboli per i condensatori fissi si possono usare indifferentemente. Un condensatore variabile è un condensatore che può essere regolato per aumentare o diminuire la sua capacità.



COME LAVORA UN CONDENSATORE

Nella figura sotto, due piastre metalliche sono poste molto vicine tra loro ma non si toccano. Sono collegate ad una sorgente di tensione attraverso l'interruttore S_1.

Quando l'interruttore è chiuso, gli elettroni sono attratti dalla piastra superiore verso i +5V, mentre nello stesso tempo essi fluiscono sulla piastra inferiore. Il moto di elettroni continua finchè la differenza di potenziale tra le due piastre non uguaglia il valore della sorgente di tensione (+5V). In questo momento si può dire che le piastre sono cariche.

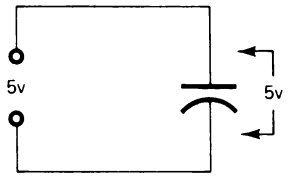


Se, dopo che le piastre sono cariche, si apre l'interruttore, esse continueranno a rimanere cariche anche se la sorgente di tensione non è più connessa. Invece se si collega un pezzo di conduttore tra le due piastre, gli elettroni dalla piastra più bassa fluiscono su quella più alta da dove erano stati precedentemente sottratti. Le due piastre sono ora *scariche*.

Le due piastre di questa figura formano un *condensatore*. Un condensatore può essere definito come un dispositivo elettrico che ha la proprietà di immagazzinare elettricità.

Per immagazzinare l'elettricità un condensatore usa piastre o conduttori separati da un materiale isolante detto dielettrico.

Durante il tempo di carica e scarica del condensatore la corrente fluisce nel circuito. Però esso non è un circuito completo a causa della non continuità nel circuito causata dal dielettrico. Per questo non ci può essere un continuo fluire di corrente continua sul condensatore.



CAPACITA'

La carica o quantità di elettricità che può essere immagazzinata in un condensatore è proporzionale alla tensione applicata ed alla capacità del condensatore.

La capacità è determinata dall'abilità di un condensatore di separare le cariche. Questa dipende da tre fattori:

1. La distanza che separa le piastre.
2. La dimensione delle piastre.
3. La natura del dielettrico.

DISTANZA DELLE PIASTRE

Questa è semplicemente la distanza che separa le due piastre. Più vicine sono le piastre tra di loro, più grande è l'effetto che hanno una sull'altra, per cui più grande è la capacità.

NATURA DEL DIELETTRICO

Non così evidente è l'effetto del dielettrico. Come detto prima è importante il tipo di materiale di cui è composto il dielettrico. Ciò può essere mostrato con una semplice tabella di costanti dielettriche.

Dielettrico	Costante Dielettrica
Vuoto	1
Aria	1
Teflon	2
Mylar (pellicola plastica)	3
Carta kraft	2 ÷ 6
Mica	6,8
Ossido di tantalio	11
Ceramica	35 ÷ 6000+

La costante dielettrica è un confronto proporzionale tra due dielettrici differenti in un condensatore con le stesse dimensioni e con la stessa distanza tra le piastre. Arbitrariamente l'aria ed il vuoto hanno una costante dielettrica pari a 1 e tutti gli altri materiali, usati nei condensatori come dielettrici, sono riferiti ad essi. Così, l'ossido di tantalio è 11 volte più efficace dell'aria.

Unità di misura

L'unità fondamentale della capacità è il farad, ma essa è troppo grande per l'uso pratico. La capacità è usualmente misurata in unità più piccole dette microfarad o picofarad. Un microfarad è un milionesimo di un farad e un picofarad è un milionesimo di un microfarad. A volte i picofarad sono espressi come micro-microfarad, ma è un termine poco usato.

L'abbreviazione di microfarad è μF e l'abbreviazione di picofarad è pF.

$$1\mu F = 0{,}000\,001 \text{ farad}$$

$$1pF = 0{,}000\,000\,000\,001 \text{ farad}$$

TENSIONE DI ROTTURA (BREAKDOWN)

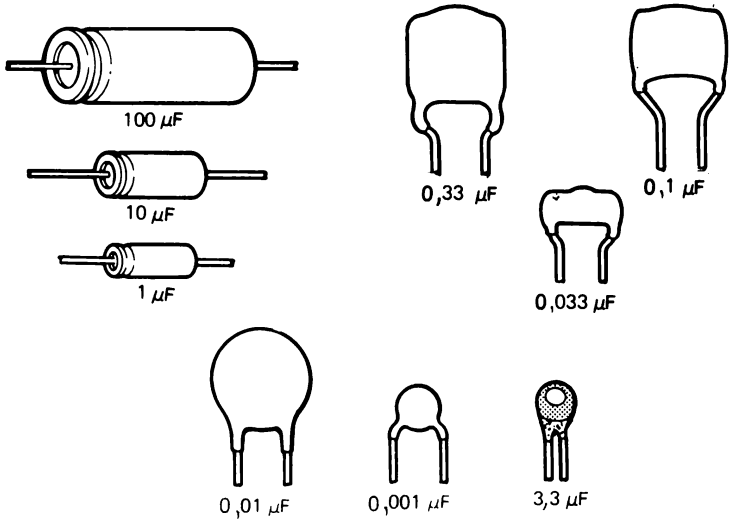
La tensione applicata sulle piastre del condensatore esercita una grande forza sugli atomi del dielettrico. Questa forza, se è abbastanza grande, consente agli elettroni di distaccarsi e la corrente può fluire tra le due piastre, nonostante che il dielettrico sia un isolante. Questa tensione è chiamata *Tensione di rottura o di breakdown*. La distanza tra le piastre ed il tipo di dielettrico determinano le caratteristiche della tensione di perforazione di un condensatore.

I condensatori sono classificati e contrassegnati dalla tensione nominale di funzionamento. Quando questa tensione è più grande della tensione cui il condensatore è sottoposto nel circuito, il condensatore può funzionare nel circuito stesso.

TOLLERANZA

I condensatori, come i resistori e altri componenti elettronici, sono costruiti con diverse tolleranze. Le classi di tolleranza sono normalmente segnate come percentuale sul condensatore stesso.

I seguenti sono esempi di tipi di condensatori che trovate sul corredo di componenti BK - 5 o in altri apparati elettronici con cui potrete lavorare.



CONDENSATORI IN SERIE ED IN PARALLELO

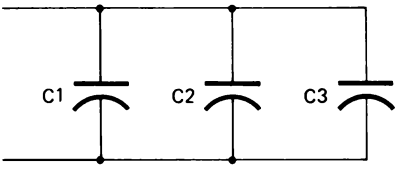
Per conseguire risultati specifici i condensatori possono essere collegati in serie o in parallelo.

CONDENSATORI IN PARALLELO

La capacità totale di condensatori collegati in parallelo eguaglia la somma delle singole capacità. Frequentemente nei grossi alimentatori per avere un miglior filtraggio della tensione d'uscita si collegano in parallelo diversi condensatori.

La formula per la capacità totale (C_t) di condensatori in parallelo è:

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

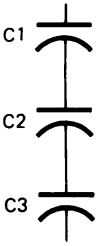


CONDENSATORI IN SERIE

I condensatori collegati in serie hanno una capacità totale uguale al reciproco della somma dei reciproci delle singole capacità.

La formula per la capacità totale (C_t) di condensatori in serie è

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



Quando i condensatori identici sono collegati in serie, le singole tensioni nominali possono sommarsi tra loro per dare una tensione nominale più alta alla quale il condensatore risultante dalla serie può funzionare. Per esempio, tre condensatori da 1μF e 1000V possono essere collegati in serie e possono funzionare in un circuito con tensione applicata di 3000V. Comunque, dovete ricordare che la capacità effettiva si riduce.

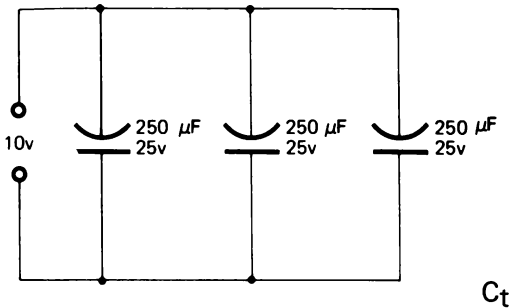
$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{1\mu F} + \frac{1}{1\mu F} + \frac{1}{1\mu F} = \frac{3}{1\mu F}$$

$$C_t = 0{,}33\mu F$$

RIPASSO

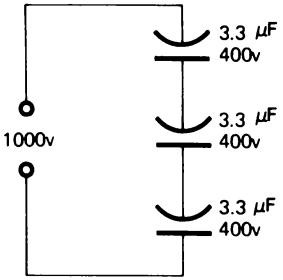
Determinate la capacità totale (C_t) dei seguenti circuiti:

1.



C_t = _____

2.



C_t = _____

3. Nel problema 2, la tensione applicata di 1000V supera la tensione di rottura dei condensatori come è mostrato nel circuito. Spiegate la risposta.

_____

_____

4. Elencate i tre maggiori fattori che determinano la capacità di un condensatore di separare le cariche.

a. _____

b. _____

c. _____

Confrontate le vostre risposte con quelle date nella pagina seguente.

RISPOSTE

1. $C_t = 750\mu F$ ($C_t = C_1 + C_2 + C_3$)

2. $C_t = 1{,}1\mu F$ $\left(\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$

3. No, i 1000V non superano la tensione complessiva di rottura dei tre condensatori collegati in serie. La somma delle tensioni nominali (1200V) è uguale alla tensione di breakdown dei tre condensatori in serie.

4. a. Distanza tra le piastre.

   b. Dimensione della piastra.

   c. Natura del dielettrico.

USO DELL'OSCILLOSCOPIO

Generalmente il tempo di carica di un condensatore in un circuito RC è così rapido che non può essere misurato con un tester. Per misurare la costante di tempo RC è necessario usare un oscilloscopio.

Gli esperimenti di questo capitolo come anche dei restanti capitoli, richiedono l'uso di un oscilloscopio. Se non avete già confidenza con il funzionamento di un oscilloscopio, sarà necessario che chiediate a qualche persona esperta di spiegarvelo.

Gli Esperimenti # 1 e # 2 sono studiati per farvi fare una certa pratica nell'uso dell'oscilloscopio per determinare la tensione e il tempo. Se avete già confidenza con l'uso dell'oscilloscopio, potete saltare gli Esperimenti # 1 e # 2, ed andare direttamente all'Esperimento # 3.

ESPERIMENTO # 1

Misura della tensione

La funzione fondamentale di un oscilloscopio è di fornire una rappresentazione visibile dei livelli di tensione e della loro relazione col tempo. Per questa ragione si può dire che l'oscilloscopio è usato per misurare tensione e tempo.

Scopo

Lo scopo dell'Esperimento 1 è insegnare l'uso dell'oscilloscopio come misuratore di tensione.

Equipaggiamento necessario

- Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale
- Oscilloscopio

Passo 1

Ponete i comandi dell'oscilloscopio nel modo che segue:

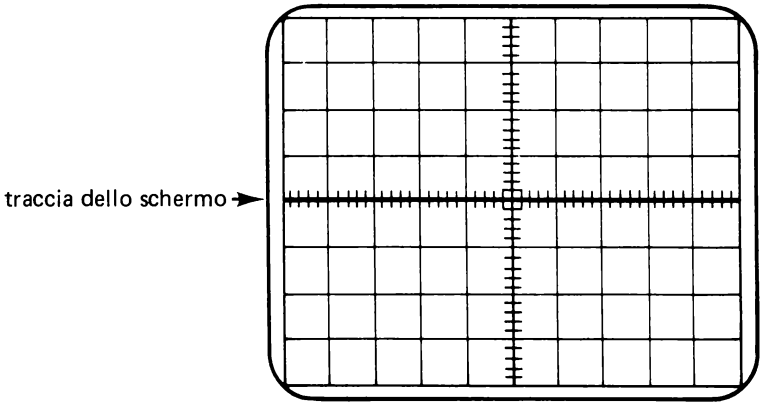
- Volts/Division = 5 (usando la sonda X1)
- Time/Division = 0,5 ms
- Trigger slope = (+) Positivo

- Trigger level = Automatico
- Accoppiamento d'ingresso = (input coupling) = c.c. (DC)
- Regolate il fuoco e l'intensità

Mettete a massa l'oscilloscopio collegandolo al morsetto GND (Massa).

Collegate la sonda dell'oscilloscopio con la linea GND.

Usando il comando Vertical Position, regolate la posizione della traccia in modo che sia nella linea centrale orizzontale dello schermo.



Questa stabilisce la linea di riferimento a 0V.

Collegate un conduttore tra la massa (GND) e il terminale negativo (NEG) del primo alimentatore variabile. Regolate il cursore nella posizione centrale, circa tra 7 ed 8.

Passo 2

Collegate la sonda dell'oscilloscopio al terminale positivo (POS) dell'alimentatore.

Che cosa accade alla traccia quando spostate la sonda dal morsetto GND al terminale positivo (POS) dell'alimentatore?_____

_____

La traccia si muoverà in su di quattro piccole divisioni che equivalgono allo 0,8 di una divisione intera.

Quando il comando Volts/Division dell'oscilloscopio è posizionato su un'attenuazione di 5 per X1; ciascuna divisione verticale più grande rappresenta 5V. Le divisioni piccole o minori rappresentano ognuna 1V. Se la traccia si muove in su di otto divisioni minori, la tensione d'uscita dell'AO - 3 Designer sarà 8V.

Che tensione indica il vostro schermo?_____

Usate il tester per verificare questa lettura.

Passo 3

Regolate l'alimentatore variabile fino a che la traccia non raggiunge la seconda linea orizzontale sopra la linea di riferimento a 0V.

Per provare la posizione della linea di riferimento a 0V, collegate la sonda dell'oscilloscopio al morsetto GND.

Che tensione indica lo schermo, quando la traccia è sulla linea della seconda divisione maggiore?_____

Usate il tester per verificare la risposta.

La vostra risposta dovrebbe essere stata 10V.

Passo 4

Spostate il conduttore di terra dal terminale negativo a quello positivo dell'alimentatore.

Collegate la sonda dell'oscilloscopio al terminale negativo (NEG) dell'alimentatore.

Che tensione indica ora lo schermo?_____

La traccia dello schermo dovrebbe essersi ora spostata sotto la linea di riferimento a 0V, per indicare una tensione negativa.

Verificate la vostra risposta con il tester.

Passo 5

Aumentate lentamente la tensione usando il cursore e osservate ciò che accade alla traccia.

Continuate ad aumentare la tensione finchè il cursore è al massimo.

Che cosa è accaduto alla traccia?_____

_____

La traccia dovrebbe essersi spostata sotto la terza divisione maggiore al di sotto della linea di riferimento stabilita al Passo 2.

Passo 6

Girate il comando Volts/Division dell'oscilloscopio su 10.

Ora ciascuna divisione maggiore rappresenta 10V. Spostate il cursore dell'alimentatore variabile e determinate la differenza tra i segnali dell'oscilloscopio corrispondenti alla posizione più a sinistra (posizione 1) e più a destra (posizione 15). Alternativamente potete stabilire il vostro punto di riferimento GND sull'oscilloscopio e poi misurare la tensione che corrisponde alla posizione massima del cursore (posizione 15).

Che tensione indica lo schermo?_____

Usate il vostro tester per verificare la risposta.

Spostando il comando Volts/Division, cambiate la gamma di tensione dello schermo, nello stesso modo in cui cambiate la gamma di tensione sul vostro tester, spostando la leva del selettore.

Passo 7

All'inizio di questo esperimento fissate la linea di riferimento a 0V sulla linea centrale orizzontale dello schermo. Generalmente si usa tale posizionamento, comunque a volte potete trovare utile fissare la linea di riferimento dello 0V in un'altra posizione.

Ponete il comando Volts/Division indietro su 5.

Collegate la sonda sulla linea GND.

Girate il comando di posizionamento verticale in modo che la traccia si porti sulla linea orizzontale superiore dello schermo.

Questa è ora la linea di riferimento a 0V.

Ricollegate la sonda sul terminale negativo (NEG) dell'alimentatore.

Che tensione indica lo schermo?_____

La vostra risposta dovrebbe essere stata uguale a quella del Passo 6. Ciascuna divisione maggiore rappresenta ora 5V, contando verso il basso a partire dalla linea orizzontale superiore.

Sommario

La deviazione verticale della traccia dello schemo rappresenta la tensione. Il comando Volts/Division determina il range di tensione. La linea di riferimento a 0V può essere fissata dove è più conveniente o utile.

ESPERIMENTO # 2

Misura del tempo

Nell'esperimento # 1 avete imparato a misurare la tensione con l'oscilloscopio. In modo analogo, in questo esperimento imparerete a rappresentare e misurare il tempo.

Passo 1

Ponete i comandi dell'oscilloscopio come di seguito specificato:

- Volts/Division = 5
- Trigger slope = (+) Positivo
- Trigger level = Automatico
- Time/Division = 0,1 s
- Linea di riferimento dello 0V sul centro
- Accoppiamento di ingresso (Input coupling) = DC

Con il Time/Division posto su 0,1 s dovreste vedere un punto che si muove sullo schermo da sinistra a destra a intervalli regolari.

Il punto è dovuto ad un fascio di elettroni che spazzola il materiale fosforescente interno allo schermo. La velocità di spazzolamento è controllata con molta precisione. Al presente, essendo posizionati su 0,1 s per divisione, il fascio impiega esattamente un secondo per spazzolare l'intera larghezza della superficie dello schermo.

Passo 2

Ponete il comando a cursore 0V ÷ + 15V dell'alimentatore sulla tensione minima.

Collegate un conduttore da GND al terminale negativo dell'alimentatore.

Collegate la sonda al terminale positivo dell'alimentatore.

Allorchè il fascio spazzola lo schermo, ogni variazione di tensione determinerà una deviazione verticale del fascio.

Allorchè il fascio spazzola lo schermo, regolate il cursore dell'alimentatore. Aumentate e diminuite la tensione. Notate come il fascio si sposta in su e in giù allorchè cambiate i livelli di tensione. Entro certi limiti, il fascio sarà in grado di seguire ogni variazione della tensione.

Passo 3

Girate ora il comando Time/Division in senso orario di una posizione alla volta. Notate che, allorchè avanzate con il comando, la velocità del fascio aumenta finchè la traccia appare come una linea continua.

Ponete il comando Time/Division su 0,5 ms.

Quanti millisecondi impiega il fascio per spazzolare l'intera larghezza dello schermo?_____

Dovreste aver risposto 5 ms. Ogni divisione maggiore rappresenta 0,5 ms e ci sono dieci divisioni maggiori.

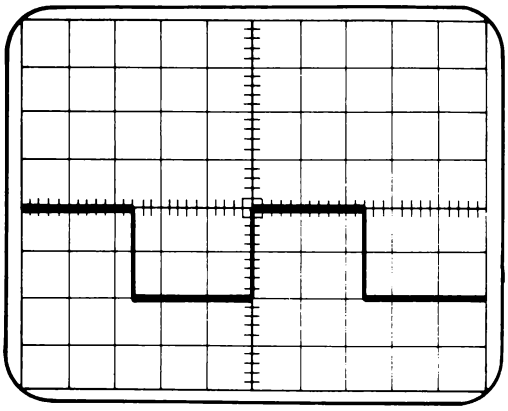
Passo 4

Con lo sweep che si muove alla sua velocità più alta, è possibile visualizzare variazioni di tensione molto rapidi.

Installate il Generatore LR - 31 alla sinistra del vostro breadboard. Riferitevi al Manuale d'Istruzione dell'LR - 31 per impiegarlo correttamente. Collegate il terminale POS dell'alimentatore variabile sinistro a V^+ dell'outboard. Collegate il terminale NEG dell'alimentatore variabile destro a V^- dell'outboard. *Osservate che con l'outboard userete entrambi gli alimentatori variabili.* Collegate a GND il terminale NEG dell'alimentatore sinistro e il terminale POS dell'alimentatore destro. Regolate ciascun alimentatore alla tensione di 10V; il cursore dovrebbe essere approssimativamente sulla posizione 10 - 11.

Installate sui morsetti dell'outboard contrassegnati con "C2" un condensatore di 0,033μF. Installate un resistore di 1 KΩ tra il morsetto 2 dell'outboard e GND. Regolate il comando di frequenza sull'outboard (contrassegnato con R8) in modo che sia su un range medio.

Ponete il comando Time/Division dell'oscilloscopio su 5 ms/div. Collegate i morsetti dell'oscilloscopio mediante un resistore di 1 KΩ, con il conduttore di terra dell'oscilloscopio collegato a GND. Regolate i comandi di trigger per avere una visualizzazione stabile. Dovreste vedere un oscillogramma come questo:

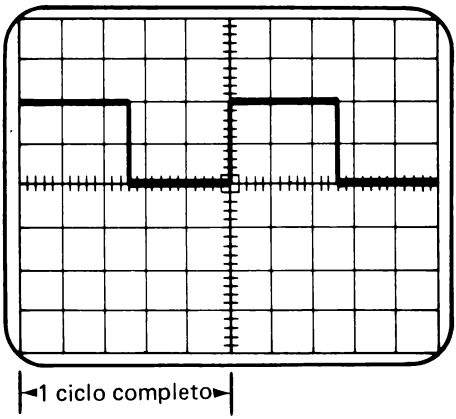


A causa delle differenti tolleranze degli elementi elettronici le forme d'onda possono essere più lunghe o più corte di quelle mostrate.

Il segnale che state vedendo è un'*onda quadra* ed è generata e formata da un circuito oscillatore del Generatore LR - 31. La velocità (frequenza) del segnale è controllata dal condensatore esterno C2 e dal resistore variabile R8 sul Generatore.

Passo 5

Usando la forma d'onda illustrata, determinate la lunghezza, *in tempo*, di un circolo completo.



Nota: muovendo il comando di horizontal position la traccia può essere mossa o a destra o a sinistra così che l'inizio del ciclo cadrà su una delle linee verticali.

Risposta:_____

Dovreste aver trovato che la lunghezza di un ciclo è approssimativamente di 25 mm.

Per determinare la lunghezza di un segnale contante il numero di divisioni che copre il segnale (in questo esempio, 5) e moltiplicate quel numero per l'indicazione del comando Time/Division (5 ms.).

$$T = 5 \text{ divisioni} \times 5 \text{ ms.}$$

$$T = 25 \text{ ms.}$$

Questo tempo necessario per un ciclo completo è conosciuto come il *periodo* del segnale.

Passo 6

Determinate la lunghezza di un ciclo apparso sul vostro schermo.

- Quante divisioni copre un ciclo?_____
- Qual'è la posizione del Time/Division?_____

Numero di visioni	x	Time/Division	=	Lunghezza di 1 ciclo
_____	x	_____	=	_____

Passo 7

La frequenza di un segnale è il numero di volte che un segnale si ripete in un determinato periodo di tempo. In elettronica la frequenza è normalmente definita come il numero di volte che il segnale si ripete in un secondo o il numero di cicli per secondo. Oggi al posto di cicli per secondo si usa il termine Hertz (Hz).

Per calcolare la frequenza dividete 1 ciclo per la lunghezza di un ciclo espressa in secondi.

$$\text{Frequenza} = \frac{1 \text{ ciclo}}{T \text{ (tempo in secondi)}}$$

Se la lunghezza di un ciclo è 2,5 ms, la frequenza del segnale dovrebbe essere determinata come segue:

$$2{,}5 \text{ ms} = 0{,}0025 \text{ s}$$

Sostituendo nella formula:

$$F = \frac{1 \text{ ciclo}}{0{,}0025 \text{ s}} = 400 \text{ cicli per secondo o } 400 \text{ Hz (Hertz)}$$

Passo 8

Ora determinate la frequenza del segnale mostrato sul vostro schermo.

Risposta:_____

Passo 9

Per esercizio, aumentate la frequenza ruotando il potenziometro.

Regolate il comando Time/Division in modo che in ultimo compaia un ciclo completo.

Passo 10

Determinate ciò che segue:

Il tempo di un ciclo_____

La frequenza del segnale_____Hz

Sommario

L'oscilloscopio visualizza tensione e tempo. Per determinare la lunghezza di un segnale, moltiplicate il numero di divisioni che copre il segnale per la predisposizione del comando Time/Division.

La frequenza è il numero di volte che si ripete un segnale, normalmente in un secondo, ed è espressa in hertz.

ESPERIMENTO # 3

Scopo

Questo esperimento vuole farvi fare una ulteriore esperienza nell'uso dell'oscilloscopio e nella determinazione della frequenza di diversi segnali. In questo esperimento esaminerete anche le caratteristiche dell'LR - 31 Function Generator.

Passo 1

Collegato l'LR - 31 al breadboard come nell'esperimento precedente. Assicuratevi di aver posto un condensatore di 0,033μF sui morsetti indicati con C2 e un resistore di 1 KΩ. Tra il piedino 2 e GND.

Ponete i comandi dell'oscilloscopio come segue:

Volt/Division = 5
Trigger Slope = Positivo (+)
Trigger Level = Automatico
Input coupling = DC
Time/Division = 5 ms.

Stabilite un riferimento di 0V sulla linea centrale orizzontale.

Passo 2

Collegate l'oscilloscopio attraverso un resistore di 1 KΩ. Collegate il conduttore di terra dell'oscilloscopio alla terra del circuito, GND.

Ponete il comando di frequenza di LR - 31 sulla posizione a frequenza minima. Dovreste vedere sullo schermo approssimativamente un ciclo completo. Determinate la frequenza del segnale.

Frequenza _____

La vostra risposta dovrebbe essere stata vicino a 20 Hz.

Notate che il segnale d'uscita oscilla tra 0 e –10 0V, il valore della tensione negativa di alimentazione.

Passo 3

Girate lentamente il comando della frequenza per incrementare la frequenza del segnale d'uscita dell'LR - 31 e guardate lo schermo. Regolate il comando Time/Division in modo da mantenere 1 o 2 cicli sullo schermo. Determinate la massima frequenza d'uscita disponibile.

Frequenza _____

Dovreste osservare un'uscita dell'ordine di 40.000 Hz o 40 KHz. Notate che su un unico condensatore installato in C2, il Generatore è capace di produrre frequenze da 0,01 Hz a 1 MHz.

Passo 4

Riportate il comando della frequenza sul centro della rotazione.

Regolate il comando del Time/Division in modo da visualizzare circa 2 cicli. Fate un ponte tra i morsetti 3 e 4 di LR - 31, poi spostate la sonda da 2 a 5. Girate il comando della sensibilità su 2V/div. Con il ponte tra 3 e 4 dovreste osservare su 5 un segnale d'uscita *sinusoidale*.

Passo 5

Togliete il ponte tra 3 e 4. Dovreste ora vedere sullo schermo una *forma d'onda triangolare*. Notate che, come l'onda quadra, anche la sinusoidale e la triangolare sono simmetriche rispetto allo 0V.

Passo 6

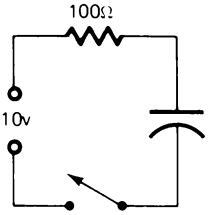
L'LR - 31 può anche dare un'onda quadra compresa tra 0 e +5V. Per dimostrare questo, togliete l'alimentazione allo OA-3, poi scollegate il conduttore che va al terminale negativo del secondo alimentatore (a destra) e collegatelo a massa. Togliete il resistore di 1 KΩ, poi collegate un conduttore tra il piedino 1 dell'LR - 31 e il morsetto rosso, che è a +5V.

Usate un pezzo di filo per collegare l'oscilloscopio al pin 2 di LR - 31. Ridate alimentazione ad OA-3. Dovreste ora osservare un segnale che varia tra 0 e +5V.

Lasciate l'LR - 31 collegato così, per gli esperimenti successivi.

COSTANTI DI TEMPO

Quando un condensatore è collegato a una sorgente di tensione si carica quasi istantaneamente, se non c'è alcuna resistenza nel circuito. Se invece, come mostrato nel circuito sotto c'è resistenza nel circuito il flusso di corrente sarà limitato dal resistore e il tempo di carica aumenterà.



Per illustrare ciò, supponete che il condensatore sia scarico e l'interruttore aperto.

Nell'istante in cui l'interruttore viene chiuso la resistenza del condensatore è quasi zero, poichè non è carico.

In questo istante il flusso di corrente è 100 mA, limitato solo dal resistore.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10V}{100\Omega} = 100\ mA$$

Appena il condensatore comincia a caricarsi offre resistenza crescente al flusso della corrente. Quando il condensatore raggiunge metà carica (5V) il flusso di corrente è metà di quello di partenza.

$$I = \frac{5V}{100\Omega} = 50\ mA$$

Gradualmente man mano che il condensatore si carica, la sua resistenza diventa infinita e la corrente diminuisce al punto in cui non è più possibile misurarla. In quel momento si dice che il condensatore è completamente carico.

La velocità di carica di un condensatore dipende dalla grandezza del condensatore e dal valore della resistenza del circuito. Si è trovato che il tempo (in secondi) impiegato da un condensatore per raggiungere una carica pari al 63% della tensione applicata è uguale al prodotto della capacità per la resistenza. Questo fattore è chiamato *costante di tempo*.

L'espressione della costante di tempo (CT) è:

$$CT = R \times C$$

dove CT = Costante di tempo in secondi

C = Capacità di Farad

R = Resistenza di ohm.

In un *circuito resistore - condensatore* (circuito RC) ci vogliono circa 5 costanti di tempo perchè il condensatore raggiunge effettivamente la carica completa.

Durante la prima costante di tempo (CT) il condensatore si caricherà al 63% della tensione applicata.

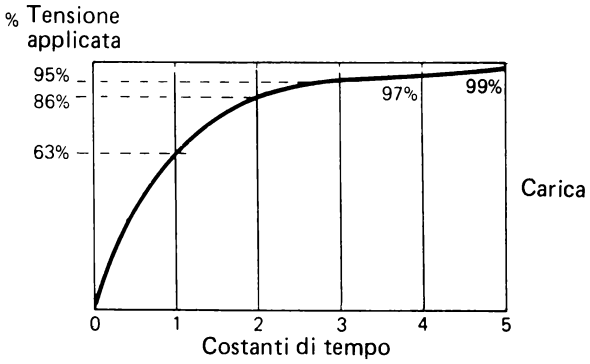
Durante la seconda CT il condensatore si caricherà al 63% della differenza restante. Ciò significa che la carica effettiva sarà di circa 86% della tensione originale applicata.

Durante la terza CT il condensatore si caricherà ancora al 63% della differenza restante, è che vuol dire che la carica si porta a circa il 95% della tensione applicata.

La quarta CT porterà la carica dei condensatori a circa il 97% della tensione applicata e la quinta CT la porterà al 99%.

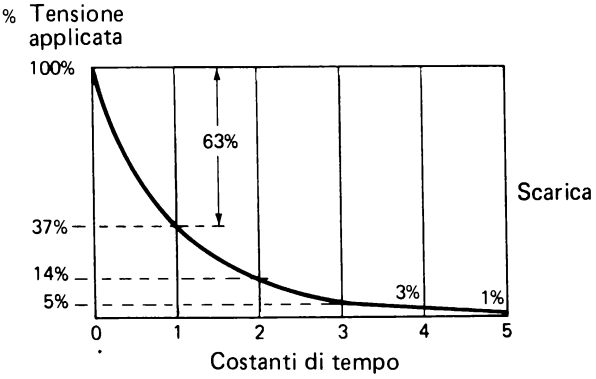
Teoricamente il processo di carica non si completa mai, ma per motivi pratici si può dire che ora il condensatore è completamente carico.

La figura mostra come la tensione di un condensatore cresce con il tempo, allorchè viene caricato attraverso un resistore.



Alla fine di 5 costanti di tempo (CT) il condensatore avrà raggiunto circa il 99% della tensione applicata.

La figura che segue mostra come diminuisce la tensione di un condensatore quando si scarica attraverso un resistore.



Alla fine di 5 costanti di tempo circa il 99% della tensione iniziale si sarà scaricata.

RIPASSO

Usando la formula (CT = R x C) calcolate le costanti di tempo seguenti:

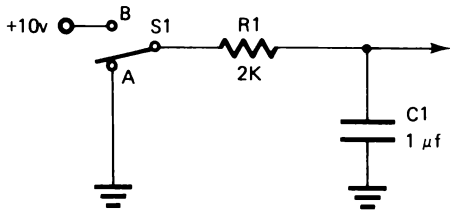
1. R = 1 MΩ C = 1μF CT = _____
2. R = 1 KΩ C = 150μF CT = _____
3. R = 1 KΩ C = 3,3μF CT = _____
4. R = 470Ω C = 0,01μF CT = _____

5. Se la tensione applicata ad un circuito RC è 20V, che tensione si avrà nel condensatore dopo:

   1 CT _____ 2 CT _____

   3 CT _____ 4 CT _____

   5 CT _____

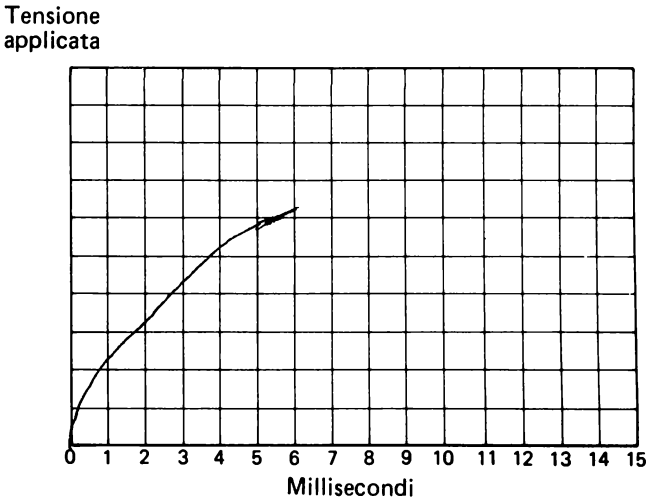


6. Quando S_1 è come in figura, qual'è la tensione su C1?_____

7. Quant'è la CT di questo circuito?_____

8. Allorchè S_1 si sposta da A a B, quanti millesimi (ms) ci vorranno perchè C1 sia completamente carico?_____

9. Sul diagramma che segue disegnate come cresce la tensione in funzione del tempo. Tracciate linee verticali, per rappresentare le costanti di tempo, e linee orizzontali per rappresentare la carica del condensatore in ogni costante di tempo. (Il vostro grafico dovrebbe essere simile a quello della prima figura della pagina precedente).


Tensione
applicata
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Millisecondi

RISPOSTE

1. 1 s.

2. 0,15 s oppure 150 ms.

3. 3,3 ms

4. 4,7μs

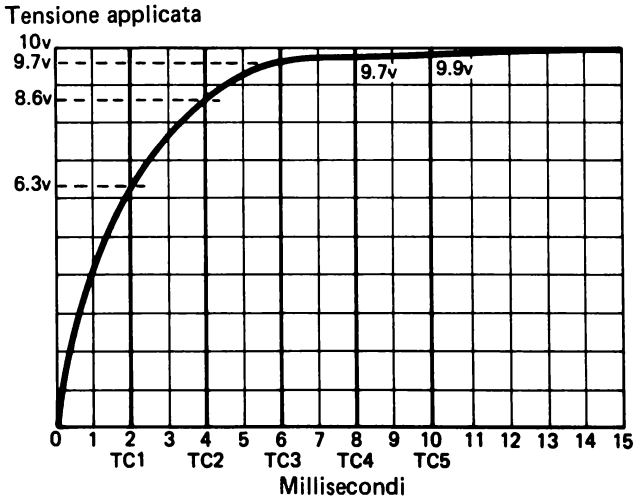
5. 1 CT = 12,6V
   2 CT = 17,2V
   3 CT = 19V
   4 CT = 19,4V
   5 CT = 19,8V oppure 20V (effettivamente sarebbe completamente carico)

6. 0V

7. 2 ms.

8. 10 ms.

9. Il vostro grafico dovrebbe essere simile a questo.

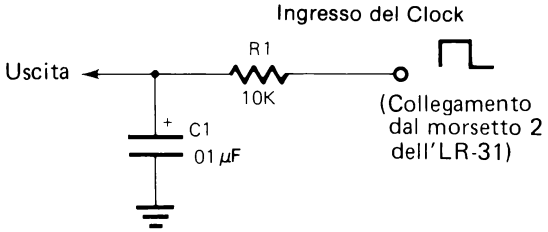


ESPERIMENTO # 4

Scopo

Questo esperimento illustra le costanti di tempo R/C e le forme d'onda dei segnali ai capi del condensatore in un circuito R/C.

Schema



Passo 1

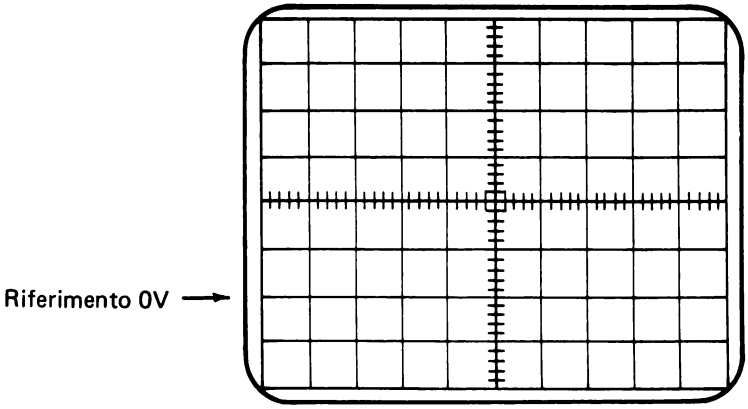
Calcolate la costante di tempo del circuito.

Risposta:_____

Passo 2

Supponendo che il segnale di ingresso proveniente dal CLOCK vada da 0V a +5V, disegnate l'aumento di tensione ai capi del condensatore.

Ingresso va da 0V a +5V
Volts/Division = 1
Time/Division = 0,1 ms.
La linea di riferimento a 0V posta sulla seconda linea orizzontale sotto quella centrale.



Passo 3

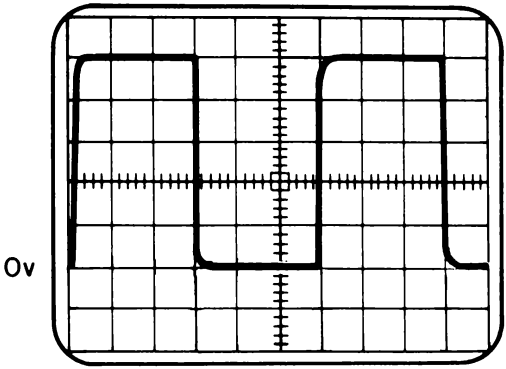
Per verificare le risposte date nei Passi 1 e 2, preparate l'esperimento e l'oscilloscopio come segue:

- Montate sul breadboard il resistore e il condensatore come mostrato nello schema.
- Verificate che il condensatore da 0,033μF sia installato nella posizione C2 sul Generatore LR - 31 e che i comandi di frequenza siano regolati su una posizione centrale di rotazione.
- Collegate con un ponte il morsetto 2 del Generatore LR - 31 e il circuito che state costruendo.
- Collegate il morsetto di terra dell'oscilloscopio alla sbarra GND.
- Fissate la linea di riferimento dello 0V sulla seconda linea orizzontale sotto quella centrale.
- Collegate la sonda dell'oscilloscopio all'uscita del circuito (punto di congiunzione di R_1 e C_1).

Ponete i comandi dell'oscilloscopio come segue:

- Volts/Division = 1 (usando la sonda 1X)
- Trigger Slope = + (positivo)
- Trigger Level = Regolato in modo che il pezzo positivo dei segnali parta dalla linea a 0V.
- Time/Division = 5 ms.

A questo punto dovreste osservare il seguente segnale.

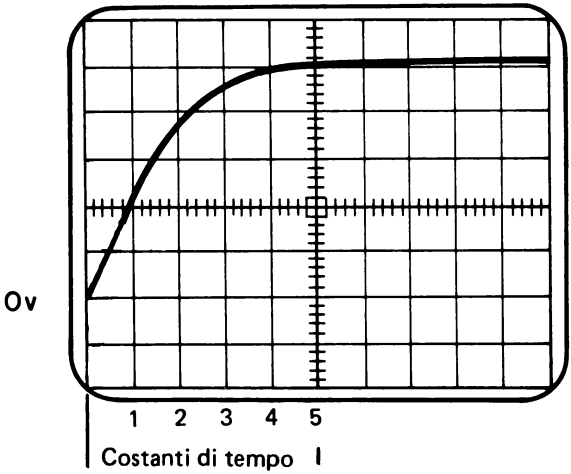


La tensione a questo livello può essere tra 4V e 5V. Può essere necessario regolare il comando del trigger per far si che l'inizio della traccia parta dalla linea di riferimento a 0V.

Dopo che avete regolato l'oscilloscopio in modo da visualizzare questo segnale, ponete il comando Time/Division a 0,1 ms.

La figura sullo schermo apparirà simile a quella che avete disegnato nel passo 2.

La costante di tempo che dovreste aver calcolato è pari a 0,1 ms. Ciascuna divisione dello schermo rappresenta 0,1 ms. e il segnale prende poco più di 5 divisioni per raggiungere il livello a 5V.



Formula per la costante di tempo:

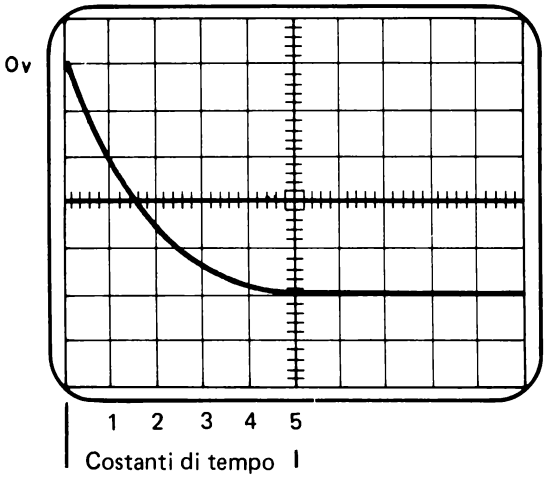
$T = R \times C$

E' stato detto prima che sono necessarie 5 costanti di tempo perchè il condensatore raggiunga il 99% della tensione applicata.

Passo 4

Cambiate il trigger slope ponendolo sul (–) negativo, senza cambiare nient'altro.

Sullo schermo si vede ora la tensione ai capi del condensatore mentre il segnale d'ingresso va da +5V a 0V. (Può essere necessaria una piccola regolazione del comando trigger level).



Passo 5

Variate C_1 da 0,01μF a 0,1μF.

Che cosa succede alla costante di tempo del circuito?

_____

Calcolate la nuova costante di tempo.

Risposta:_____

Diminuite la frequenza del Generator, poi usate lo schermo per verificare le vostre risposte. Dovreste cambiare solo il comando Time/Division. Per vedere il tempo di carica commutate il trigger slope su (+). Per vedere il tempo di scarica, ponete il trigger slope su (–). La costante di tempo dovrebbe essersi incrementata di 1 ms.

Si deve precisare che qualche piccola differenza tra le costanti di tempo calcolate e quelle visualizzate è dovuta a diversi fattori. Il valore effettivo dei diversi componenti impiegati varierà entro certe tolleranze di costruzione causando piccole differenze. Un altro fattore è nel fatto che il circuito carica il segnale d'ingresso lentamente sicchè, nel momento in cui il condensatore comincia a caricarsi, la tensione totale di +5V non si ha ancora. Per vedere ciò, operate come segue:

- Spostate il Time/Division su 5 ms. Dovreste vedere almeno un ciclo intero.
- Spostate la sonda dell'oscilloscopio su CLOCK OUT. Questo è il segnale d'ingresso. Potete notare che esso è influenzato dal circuito. Per provare ciò togliete il collegamento tra CLOCK OUT e CLOCK IN.

Mentre osservate il segnale d'ingresso, annotate in quanti millisecondi esso raggiunge il livello.

+5V _____

0V _____

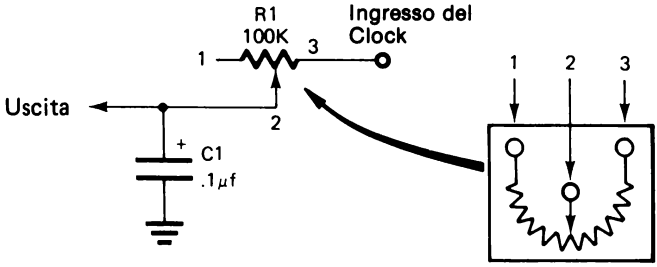
Tenete in mente questi valori mentre eseguite il Passo 6 di questo esperimento.

Passo 6

Ricollegate CLOCK OUT e CLOCK IN.

Spostate la sonda dell'oscilloscopio sull'uscita del circuito.

Sostituite nel circuito il resistore R_1 da 10 KΩ con un potenziometro da 100 KΩ. Ponete il potenziometro sul minimo (0Ω).



Aumentate lentamente la resistenza e osservate ciò che accade al segnale.

Che cosa accade alla costante di tempo del circuito quando la resistenza aumenta?

_____

Quando la resistenza è al massimo (100 KΩ), la tensione non raggiunge più +5V oppure 0V. Potete spiegare perchè.

_____

_____

Per rispondere a queste domande calcolate la costante di tempo del circuito quando R_1 è pari a 100 KΩ.

Risposta: _____

Dovreste aver calcolato una costante di tempo di 10 ms. Poichè il condensatore impiega 5 CT per caricarsi completamente, ci vogliono 50 ms. Nel Passo 5 avete trovato che il segnale d'ingresso resta su un livello per circa 15 ms. Questo tempo non è sufficiente per la carica completa del circuito.

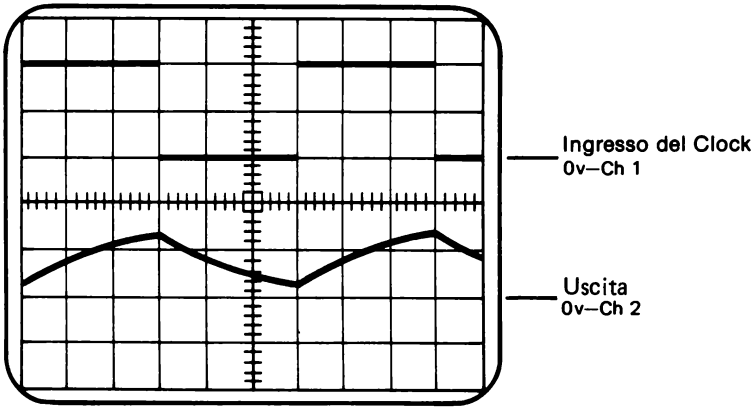
Passo 7

Se avete un oscilloscopio a doppia traccia, potete osservare due segnali contemporaneamente. Fin d'ora avete usato solo un canale del vostro oscilloscopio (Canale 1). Spesso si ha l'esigenza di confrontare un segnale con un altro, per esempio il segnale proveniente dal CLOCK OUT con il segnale d'uscita dal vostro circuito.

Ponete i comandi del vostro oscilloscopio come segue:

- Fissate il riferimento dello 0V del Canale 1 sulla prima linea orizzontale superiore alla linea centrale.
- Ponete il comando Volt/Division del Canale 1 su 2.
- Collegate la sonda del Can. 1 al CLOCK OUT e regolate il trigger level in modo che la traccia parta sul tratto positivo del segnale.
- Ponete il comando Volt/Division del Canale 2 su 2.
- Girate il commutatore Channel Select sul Can. 2. Dovreste vedere ora solo la traccia del Canale 2.
- Fissate il riferimento a 0V del Canale 2 sulla seconda linea orizzontale sotto la linea centrale.
- Collegate la sonda del Canale 2 all'uscita del circuito.
- Ponete il comando Time/Division su 5 ms.
- Girate il commutatore Channel Select sulla posizione chopped.

A questo punto dovreste vedere entrambi i segnali d'ingresso (Can. 1) e d'uscita (Can. 2).



Ora, potendo osservare sia il segnale d'uscita che quello di ingresso, potete vedere perchè la tensione in uscita non raggiunge quella d'ingresso.

Passo 8

Variate la resistenza di R_1 e osservate la variazione del segnale d'uscita.

Sommario

In questo esperimento avete trovato che variando la grandezza del resistore oppure del condensatore, cambia la costante di tempo del circuito.

Aumentando il valore del condensatore, aumenta la costante di tempo del circuito.

Aumentando il valore della resistenza, aumenta la costante di tempo del circuito.

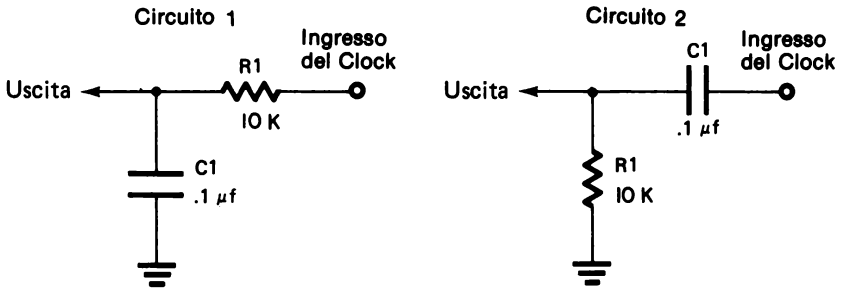
Nel prossimo esperimento si userà la stessa messa a punto dell'oscilloscopio).

ESPERIMENTO # 5

Scopo

Lo scopo di questo esperimento è mostrare due tipi fondamentali di circuiti R/C; il circuito *integratore* ed il circuito *differenziatore*.

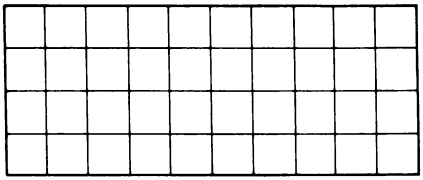
Schema



Passo 1

Qual'è la costante di tempo del circuito 1? _____

Disegnate la forma d'onda del segnale d'uscita. Mostrate un ciclo completo.



Per verificare le vostre risposte, approntate l'esperimento come segue:

- Regolate il potenziometro della frequenza R8 del Generator LR - 31 sulla posizione di rotazione centrale. Ponete un condensatore di 0,033μF in C_2.
- Fissate il comando Volt/Division su 2V.
- Fissate il comando Time/Division su 5 ms.

Dovreste aver calcolato una costante di tempo del circuito 1 pari a 1 ms. Il segnale d'uscita che avete disegnato dovrebbe assomigliare alla forma d'onda che appare sullo schermo.

Il segnale d'uscita visualizzato è la tensione ai capi del condensatore.

Notate che quando il segnale d'ingresso diventa positivo, anche il segnale d'uscita parte per diventare positivo. C'è un ritardo dovuto al fatto che la corrente di carica è rallentata dal resistore R_1. Quando il segnale d'ingresso si fa negativo, l'uscita si muove verso il negativo e ancora il resistore limita il flusso della corrente e la tensione ai capi del condensatore ritarda rispetto alla tensione d'ingresso.

Questo particolare tipo di circuito R/C è detto *circuito integratore*. Tipicamente, la forma d'onda prodotta da questo circuito è simile a questa:

Passo 2

Ora costruite il circuito 2 e collegate la sonda del Ch 2 alla sua uscita. Lasciate l'oscilloscopio regolato nello stesso modo.

Poichè i componenti sono uguali, la costante di tempo del circuito 2 è esattamente uguale a quella del circuito 1.

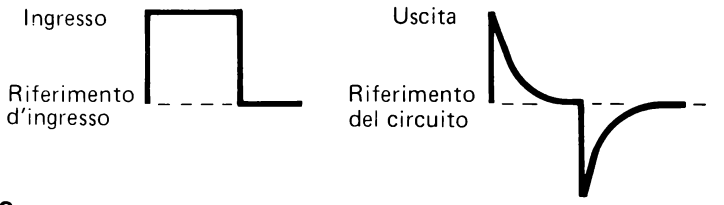
Nel circuito 2 l'uscita si ha ai capi del resistore invece che del condensatore, come nel circuito 1.

Questo tipo di circuito R/C è chiamato *circuito differenziatore*.

In questo circuito quando la tensione d'ingresso diviene positiva, la si ritrova ai capi del resistore poichè il condensatore è scarico e offre una resistenza molto piccola. Però, non appena il condensatore si carica, una tensione sempre maggiore cade su di esso e sempre meno sul resistore. Allorchè il condensatore diviene completamente carico, il flusso di corrente nel circuito si arresta completamente. In questo istante, non si ha nessuna tensione sul resistore, sicchè la tensione di uscita è pari a quella del riferimento del circuito. In questo caso, il riferimento del circuito è 0V oppure GND.

Quando il segnale d'ingresso diviene negativo, il condensatore comincia a scaricarsi attraverso il resistore. La corrente fluisce in senso opposto, sicchè il segnale d'uscita va verso la parte negativa, al di sotto della linea di riferimento. Quando il condensatore si scarica, la caduta di tensione diviene sempre più bassa finchè la corrente cessa di fluire. In quel momento la tensione d'uscita è nuovamente uguale a quella del riferimento del circuito.

Le forme d'onda tipiche d'uscita di un circuito differenziatore sono simile a queste:



Passo 3

Spesso il circuito differenziatore è usato per produrre un impulso d'uscita di breve durata. Ciò è ottenuto cambiando la costante di tempo del circuito.

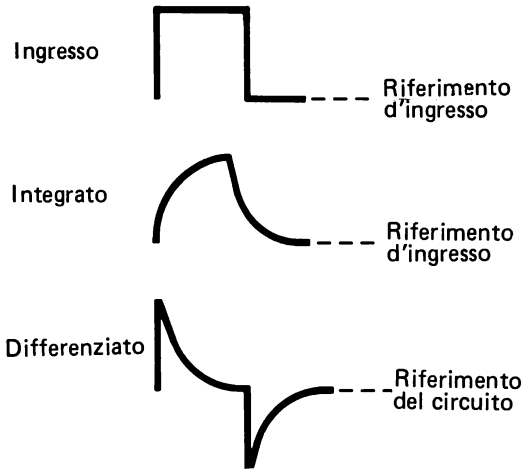
Dovreste aumentare o diminuire la costante di tempo del circuito per produrre un impulso più corto?_____

Per verificare la vostra risposta, cambiate C_1 in questo circuito. Lasciate l'oscilloscopio regolato nello stesso modo.

1. Sostituite C_1 con 0,33μF
2. Sostituite C_1 con 0,01μF

Quest'ultima sostituzione dovrebbe aver prodotto un segnale di uscita di brevissima durata. Questo tipo di segnale è qualche volta paragonato a uno spiffero.

Con un'onda quadra in ingresso, le forme d'onda dei segnali di uscita dei due circuiti assomigliano a queste:



Notate il livello del riferimento del segnale d'uscita di ciascun tipo di circuito.

In un circuito integratore, i livelli d'uscita sono praticamente uguali a quelli del segnale d'ingresso.

In un circuito differenziatore i livelli del segnale d'uscita vanno riferiti al riferimento del circuito. L'altezza dell'impulso, in entrambe le direzioni, sarà vicina a quella del segnale d'ingresso.

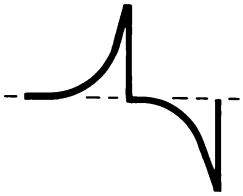
Nell'Esperimento 6 verrà dimostrato come si determina il riferimento dei segnali di ingresso e di uscita.

NOTA: Se la durata della tensione d'ingresso a ciascun livello è inferiore a 5 costanti di tempo del circuito alimentato, una parte di segnale sarà tagliato via.

Le cose importanti da ricordare, relative a questi circuiti, sono:

- Ci sono due tipi fondamentali di circuiti R/C, il *circuito integratore* ed il *circuito differenziatore*.
- Il segnale d'uscita di un circuito integratore si ha ai capi del condensatore.
- Il segnale d'uscita di un circuito differenziatore si ha ai capi del resistore.
- La forma d'onda dell'uscita di un circuito integratore, con onda quadra in ingresso, è:

- La forma d'onda dell'uscita di un circuito differenziatore, con onda quadra in ingresso, è:



COME VENGONO USATI I CONDENSATORI?

Il seguente esperimento mostra alcune delle funzioni importanti in cui vengono impiegati i condensatori. Altri usi importanti si vedranno nei prossimi capitoli.

ESPERIMENTO # 6

Azione di blocco

Tutte le volte che si applica una corrente continua (C.C.) ad un condensatore, esso "blocca" effettivamente questa corrente e non si lascia attraversare da essa. Sfruttando questa proprietà, si possono impiegare i condensatori per isolare un elemento del circuito dall'alimentazione C.C.

Passo 1

Un modo semplice per mostrare la capacità di bloccare la C.C. di un condensatore è il seguente:

- Collegate un condensatore di 0,001μF tra il terminale positivo (POS) del primo alimentatore variabile e il terminale negativo (NEG) del secondo alimentatore.
- Collegate i restanti due terminali degli alimentatori a massa.
- Collegate la sonda dell'oscilloscopio tra GND ed un estremo del condensatore.

Anche se il condensatore è collegato ad entrambi gli alimentatori, non si ha passaggio di corrente da un alimentatore all'altro attraverso il condensatore. Potete cambiare il livello di tensione di un alimentatore senza influenzare l'altro. Il condensatore *impedisce* alla tensione C.C. di passare da un alimentatore all'altro.

Accoppiamento

Nello stesso modo in cui il condensatore blocca la corrente continua, così esso fa passare la corrente alternata (c.a.) o le tensioni C.C. rapidamente variabili come quelli in uscita dal "clock" dell'LR - 31. In realtà il condensatore si carica e si scarica seguendo la polarità della tensione alternata. La variazione si fa sentire sull'altra piastra e effettivamente il segnale c.a. passa attraverso il condensatore. Sfruttando tale proprietà si possono impiegare condensatori per accoppiare i segnali di una parte del ricuito ad un'altra o perfino di circuiti completamente differenti.

Passo 2

Collegate il Generator LR - 31 in modo da avere in uscita un'onda sinusoidale. Riferitevi all'Esperimento 3. Assicuratevi che gli alimentatori variabili siano regolati per erogare ±10V.

Passo 3

Costruite sul breadboard un circuito differenziatore usando un condensatore da 10μF ed un resistore da 10 KΩ.

Collegate l'uscita sinusoidale del Generator al circuito.

Passo 4

Confrontate il segnale d'ingresso del clock con il segnale di uscita del differenziatore.

C'è qualche differenza nella durata del segnale?_____

C'è qualche differenza nell'ampiezza del segnale?_____

Qual'è la costante di tempo del circuito differenziatore?_____

Dovreste aver trovato una piccola o nessuna differenza tra il segnale d'ingresso e quello d'uscita. Questo perchè la costante di tempo del circuito differenziatore è molte volte più lunga della durata del segnale d'ingresso.

Cambiando nel circuito differenziatore il valore del condensatore, potete limitare la quantità di segnale che passa.

Passo 5

Variate nel circuito differenziatore il valore del condensatore e osservate la quantità di segnale che passa. Inserite i seguenti valori:

- 1μF
- 0,1μF
- 0,01μF
- 0,001μF

Cambiando i condensatori, dovreste notare che il segnale d'ingresso passa sempre di meno. Quando usate il condensatore da 0,001μ F, tutto quello che passa è il cambiamento di polarità del segnale d'ingresso.

Passo 6

Sostituite il condensatore del circuito differenziatore con uno da 0,01μF e monitorate l'uscita del circuito con l'oscilloscopio.

Ruotate il comando di frequenza per tutta la sua rotazione e osservate il risultato.

Osserverete che aumentando la frequenza, l'ingresso e l'uscita diventano essenzialmente identici. Diminuendo la frequenza sempre meno segnale d'ingresso passa sull'uscita.

Quello che si deduce da questo esperimento è che per far passare segnali a bassa frequenza occorrono condensatori di grande valore. Per far passare segnali di alta frequenza si possono usare condensatori di valore piccolo.

Filtraggio

Poichè un condensatore è capace di immagazzinare energia elettrica, si può porre in un circuito un condensatore in modo che assorba l'eccesso di energia e la restituisca quando ne manca. Si può anche dire che un condensatore può spianare o filtrare tensioni variabili.

La grandezza e il tipo di condensatore da usare varieranno in funzione della frequenza e dell'ampiezza del segnale.

Gli alimentatori usano condensatori per filtrare la tensione C.C. pulsante ottenuta da una sorgente c.a. raddrizzata.

In un capitolo successivo sarà esaminato l'uso dei condensatori come filtri.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests finali hanno lo scopo di determinare in che modo avete capito gli argomenti trattati nel capitolo. Svolgete il Test Finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se avete risposto correttamente a tutte le domande, avete una buona conoscenza degli argomenti trattati e potete passare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato una o due risposte, dovete ripassare gli argomenti relativi. Quando sarete in grado di capire perchè avete sbagliato e sarete capaci di rispondere a quei quesiti correttamente, passate direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato più di due risposte, dovete ripassare tutta la materia presentata in questo capitolo. Se necessario, chiedete assistenza. Quando capite di aver assimilato gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle riportate alla fine del test.

  Se siete stati capaci di rispondere correttamente a tutte le domande, potete passare al capitolo successivo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare la materia presentata finchè non la capite e poi passate al capitolo successivo.

CAPITOLO 8

TEST FINALE # 1

1. Quale tipo di Dielettrico, usato in un condensatore, è più efficace?

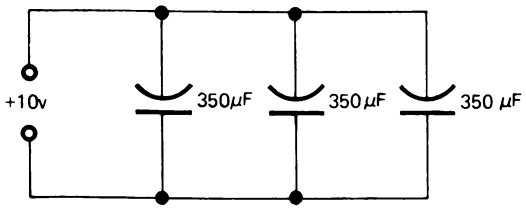
☐ a. Aria

☐ b. Teflon

☐ c. Ceramica

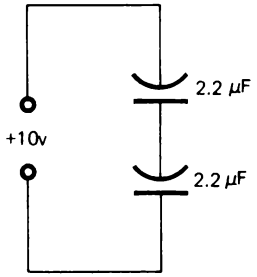
☐ d. Mica

2. Determinate, nei seguenti circuiti, la capacità totale (Ct).



Risposta: _____

3.



Risposta: _____

4. Aumentando il valore del condensatore di un circuito RC la costante di tempo _____

☐ a. aumenterà

☐ b. diminuirà

☐ c. non varierà

5. Tutte le volte che una tensione continua (c.c.) viene applicata da un condensatore, esso effettivamente _____ la corrente.

☐ a. blocca

☐ b. fa passare

☐ c. non provoca effetto alcuno sul circuito

6. Tutte le volte che una tensione alternata (c.a.) viene applicata ad un condensatore, esso effettivamente _____ la corrente.

☐ a. blocca

☐ b. fa passare

☐ c. non provoca alcun effetto sul circuito

7. Più vicine sono le piastre di un condensatore _____ è la capacità totale.

☐ a. minore

☐ b. non cambia

☐ c. più grande

8. Più piccole sono le piastre di un condensatore _____ è la carica elettrica che può immagazzinare.

☐ a. minore

☐ b. maggiore

CAPITOLO 8

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. c. Ceramica
2. 1050μF
3. 1,1μF
4. a. aumenta
5. a. blocca
6. b. fa pensare
7. c. più grande
8. a. minore

CAPITOLO 8

TEST FINALE # 2

1. L'unità fondamentale di misura della capacità è:

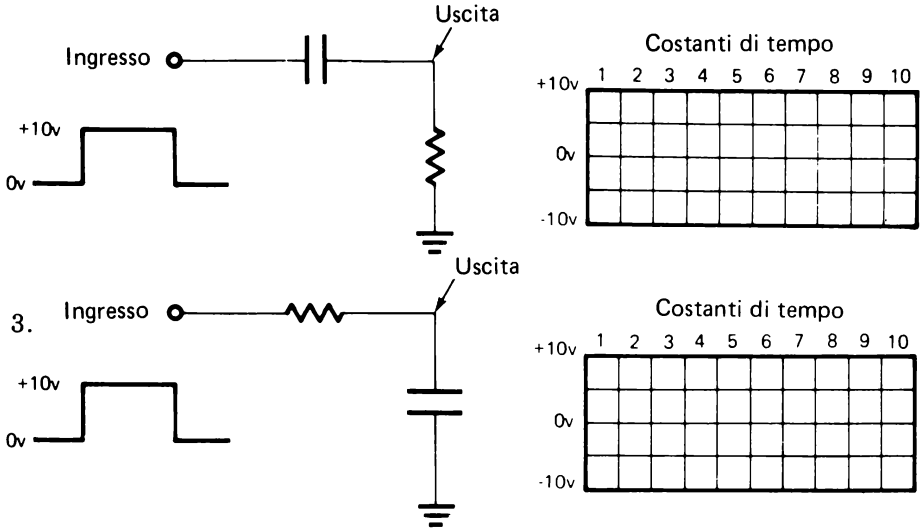
☐ a. L'henry

☐ b. L'hertz

☐ c. Il c.p.s.

☐ d. Il farad

2. Disegnate sui grafici forniti le forme d'onda d'uscita dei seguenti circuiti.



4. Il circuito del quesito 3 è un:

☐ a. circuito differenziatore

☐ b. circuito integratore

5. Una costante di tempo è il tempo richiesto:

☐ a. Da un condensatore per caricarsi al 63% della tensione applicata.

☐ b. Da un condensatore per scaricarsi completamente.

☐ c. Da un condensatore per caricarsi al 99% della sua carica totale.

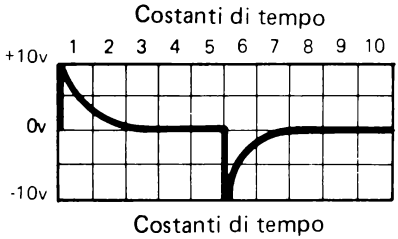
☐ d. Da un condensatore per reagire ad una variazione della tensione del circuito.

CAPITOLO 8

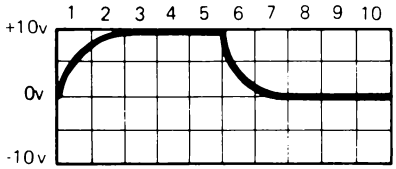
RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. d

2.



3



4. b

5. a

CAPITOLO 9

BOBINE, CORRENTE ALTERNATA E TRASFORMATORI

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale che ha lo scopo di verificare la vostra conoscenza attuale degli argomenti presentati in questo capitolo. Se già avete una conoscenza di questi argomenti tale di consentirvi di completare il test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Invece, se sbagliate più di una risposta, dovete studiarlo.

Dopo che avete completato il test iniziale, confrontate le vostre risposte con quelle riportate alla pagina che segue il test.

1. Quale frase tra le seguenti definisce meglio *l'induttanza*:

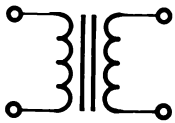
☐ a. La corrente che genera un campo magnetico.

☐ b. La tensione applicata che genera un campo magnetico.

☐ c. La parte negativa di un'onda sinusoidale c.a.

☐ d. La resistenza alla variazione della corrente.

2. Riconoscete i seguenti simboli schematici:



a._____ b._____

3. Un trasformatore trasferisce potenza elettrica da un avvolgimento all'altro per mezzo di un campo magnetico.

   Vero o Falso:_____

4. Durante la seconda metà di un ciclo c.a., la corrente fluirà nella stessa direzione di quello della prima metà del ciclo.

   Vero o Falso:_____

5. Associate la lettera di una definizione con il numero del termine meglio definito da essa.

1._____Bobina primaria	a. Unità di misura per la "L"
2._____Bobina secondaria	b. Incremento della tensione per azione del trasformatore
3._____Elevare	c. La corrente che fluisce in una direzione e poi in quella opposta ad una frequenza regolare
4._____Abbassare	d. Decremento della tensione per azione del trasformatore
5._____Henry	e. Una bobina di un trasformatore alla quale è applicato direttamente l'c.a.
6._____c.a.	f. Una bobina di un trasformatore che riceve la tensione per mezzo di un campo magnetico.

CAPITOLO 9

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. d
2. a. Trasformatore

   b. Bobina
3. Vero
4. Falso
5. 1. e

   2. f

   3. b

   4. d

   5. a

   6. c

Se avete risposto correttamente a tutte le domande o ne avete sbagliato solo una avete apparentemente una buona conoscenza degli argomenti insegnati in questo capitolo. Per cui potete passare direttamente al capitolo successivo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate questo capitolo.

CAPITOLO 9

BOBINE, CORRENTE ALTERNATA E TRASFORMATORI

INTRODUZIONE

Molti circuiti con cui avrete a che fare, contengono dispositivi elettrici detti bobine e trasformatori. Questo capitolo spiega i principi fondamentali di questi componenti e gli effetti prodotti su di essi dall'applicazione di una corrente c.a. Con queste nozioni fondamentali sarete pronti per studiare gli schemi di circuiti, come gli alimentatori, che usano corrente alternata, bobine e trasformatori.

OBIETTIVI

Alla fine del capitolo sarete capaci di:

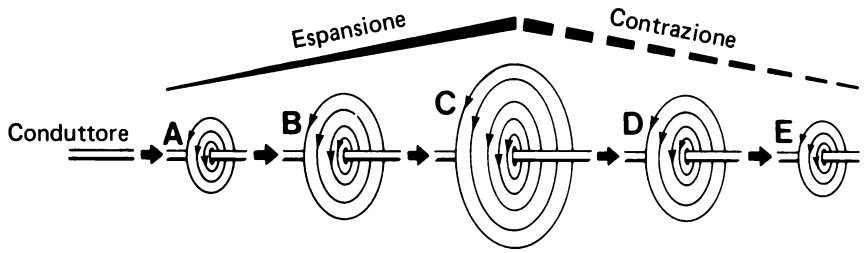
- Riconoscere un trasformatore o una bobina dal loro simbolo schematico.
- Spiegare che cosa s'intende con il termine *induttanza*.
- Spiegare che cosa s'intende con il termine flusso di corrente alternata.
- Stabilire che l'unità di misura dell'induttanza è l'henry e che il simbolo "L" indica l'induttanza.
- Mettere in relazione ciascuna parte del grafico di un'onda sinusoidale con la direzione della corrente.
- Spiegare la funzione fondamentale di un trasformatore che sta nel trasferire la potenza elettrica da un avvolgimento ad un altro per mezzo di un campo magnetico.
- Spiegare i seguenti termini relativi ai trasformatori:

  Avvolgimento primario
  Avvolgimento secondario
  Elevare
  Abbassare

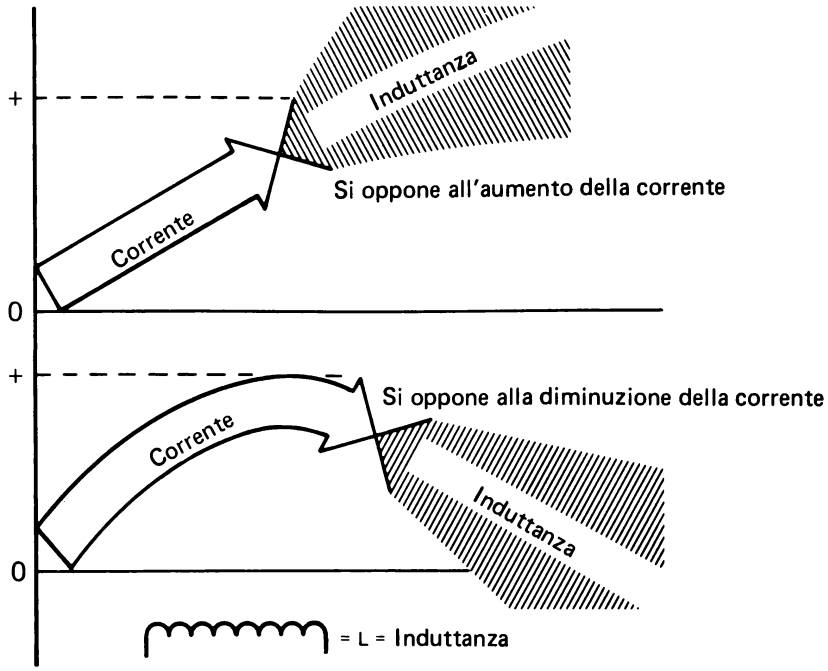
BOBINE

CAMPO MAGNETICO

Quando la corrente attraversa un conduttore, si induce intorno al filo un campo magnetico. Se la corrente aumenta, questo campo si allarga. Se la corrente diminuisce, il campo magnetico si contrae. Se la corrente resta costante, il campo magnetico resta fisso; non si espande nè si contrae.



Come con tutti i campi magnetici, quando il campo magnetico creato dalla corrente taglia trasversalmente un conduttore, si produce in esso una f.e.m. Come la corrente in un conduttore aumenta e diminuisce, il campo magnetico taglia trasversalmente il conduttore nel quale la corrente sta scorrendo e si espande e si contrae. Ciò produce una f.e.m. nel conduttore. Questa si oppone alla variazione di corrente; per esempio se la corrente diminuisce il campo magnetico si contrae creando una f.e.m. che si oppone alla diminuzione della corrente, se la corrente aumenta il campo elettromagnetico si espande creando una f.e.m. che si oppone all'aumento della corrente.

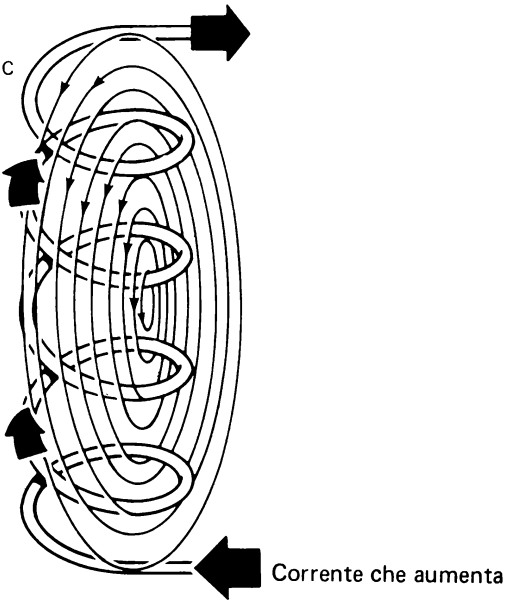


L'induttanza si oppone a ogni variazione della corrente.

INDUTTANZA

La formazione di una f.e.m. causata dall'espandersi e dal contrarsi del campo magnetico è chiamata induttanza. L'induttanza provoca una resistenza alla variazione della corrente. L'unità di misura dell'induttanza è l'henry. Il simbolo usato è "L".

Quando un conduttore è avvolto a spirale, la sua induttanza è molto più grande che non se fosse diritto. Ciò perchè il campo magnetico prodotto dalla corrente che fluisce sul conduttore avvolto non solo interseca la parte di filo in cui esso ha origine, ma anche quei campi magnetici prodotti dalle altre spire. Inoltre allorchè i campi magnetici creati nelle spire si espandono, interferiscono tra di loro. Un altro fattore che fa si che una bobina si opponga al flusso della corrente è il conduttore stesso. Sebbene tutto il conduttore abbia una resistenza interna di una certa entità, la lunghezza del conduttore usato per fare una bobina è tale che l'effetto totale è una resistenza di pochi Ohm per la corrente. Questi fattori insieme danno un fattore multiplo di creazione dell'induttanza in un conduttore avvolto a spirale.



L'induttanza aumenta per in conduttore avvolto a spirale.

Questo fatto ha favorito la produzione di componenti elettrici composti con un conduttore avvolto a spirale. Questi componenti sono chiamati bobine o reattanze. Le bobine sono impiegate in molti circuiti per consentire la regolazione del flusso della corrente.

CORRENTE ALTERNATA

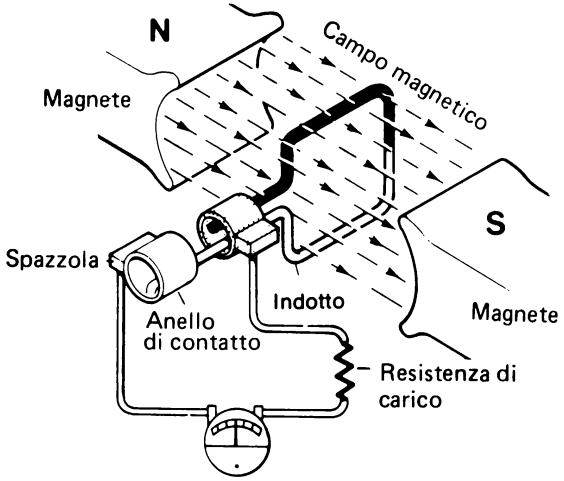
Poichè in un circuito c.c. la corrente aumenta o diminuisce soltanto nel momento in cui il circuito si chiude o si apre, aprendo o chiudendo un interruttore, i campi magnetici prodotti da correnti continue sono normalmente fissi; non si espandono nè si contraggono. Come conseguenza questi campi magnetici non tagliano il conduttore del circuito e non ci sono induttanze rilevanti nei circuiti c.c.

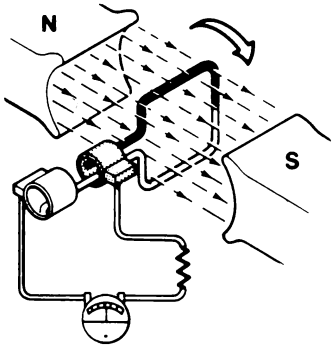
Comunque c'è un altro tipo di corrente che viene comunemente usata nei circuiti elettrici. Questa è la corrente alternata.

La corrente alternata è una corrente che nel conduttore fluisce prima in una direzione e poi nella direzione opposta. L'inversione della direzione della corrente è causata dalla variazione della polarità della sorgente di tensione del circuito. Si può vedere un esempio di questa variazione di polarità della sorgente di tensione del circuito. Si può vedere un esempio di questa variazione di polarità, esaminando un generatore semplificato.

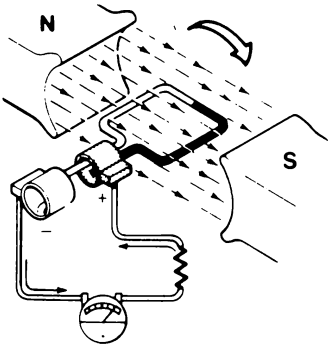
UN SEMPLICE GENERATORE

Questo generatore semplificato consiste in due magneti posti in modo da creare tra di essi un campo magnetico stazionario o permanente. Questi magneti sono chiamati poli. Tra questi poli, nel campo magnetico permanente, è posta una spira. Ruotando la spira si induce su di essa una corrente che taglia le linee di forza del campo magnetico. Questa corrente indotta per mezzo di due anelli di contatto e spazzole viene applicata a un circuito semplificato. Le figure A, B, C, D, e il grafico che mostra la tensione che si crea sull'indotto rotante, mostrano come un generatore può produrre una tensione alternata.

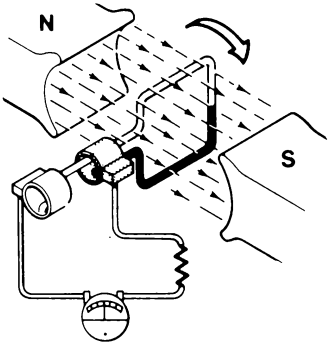




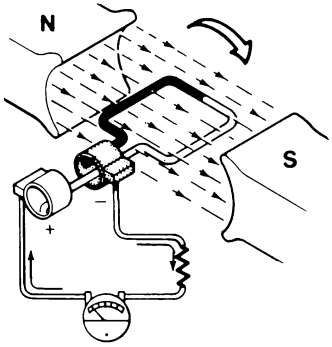
Spira d'armatura parallela al campo magnetico. Non si genera alcuna corrente.



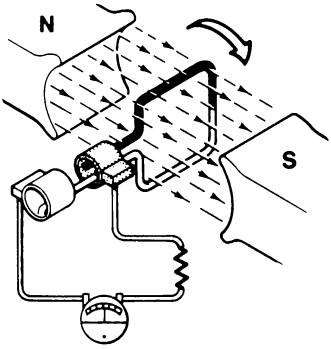
Posizione a 90°, la spira taglia direttamente il campo magnetico. Si genera molta corrente.



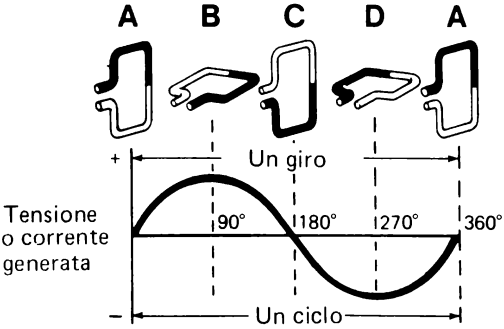
Posizione a 180°, la bobina è parallela al campo magnetico. Nessuna corrente è generata.



Posizione a 270°, la bobina taglia direttamente il campo magnetico. Si genera molta corrente.

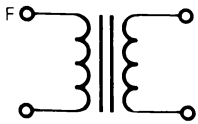


Posizione a 360°, un giro completo, un ciclo.



Onda sinusoidale

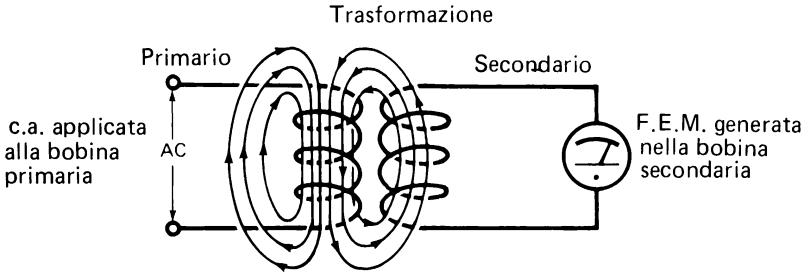
TRASFORMATORI



Trasformatore

Intorno ad una bobina attraversata da corrente c.a. si genera un campo magnetico alternato. Mentre la corrente c.a. aumenta da zero al valore massimo e poi ritorna a zero, il campo magnetico si espande a partire dal centro della bobina e poi si ritrae indietro nella bobina. I campi magnetici che si espandono e si contraggono tagliano le spire della bobina ed inducono una f.e.m. a causa della direzione del campo magnetico; la f.e.m. autoindotta sarà sempre tale da opporsi alla variazione di corrente che ha provocato l'iniziale campo magnetico.

Se una seconda bobina è posta in una posizione tale da essere interessata dal campo magnetico della prima bobina, si genera anche in questa seconda bobina una f.e.m. La f.e.m. è generata nella seconda bobina nello stesso modo in cui la f.e.m. autoindotta si genera nella prima bobina a causa del campo magnetico che interseca le spire della bobina.



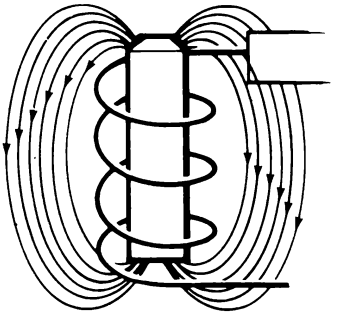
Il campo magnetico dall'avvolgimento primario interseca le spire dell'avvolgimento secondario.

Trasformazione è chiamata l'azione di trasferire energia elettrica da un avvolgimento all'altro per mezzo della variazione (espansione, contrazione) di un campo magnetico variabile. I *Trasformatori* sono dispositivi elettrici progettati per funzionare sul principio della trasformazione.

Fondamentalmente un semplice trasformatore consta di due avvolgimenti vicini, ma elettricamente isolati tra loro. Uno degli avvolgimenti è chiamato primario e l'altro secondario. Il primario è l'avvolgimento al quale si applica la c.a. Il primario genera un campo magnetico che taglia le spire del secon-

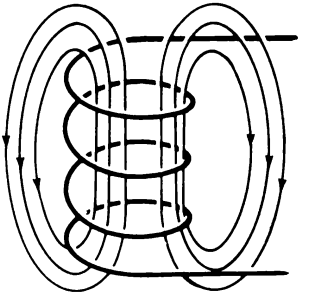
dario. In tal modo sul secondario si genera una tensione. Quindi anche se il primario e il secondario di un trasformatore non sono fisicamente collegati tra loro, sono magneticamente accoppiati.

Per aumentare questo accoppiamento, la maggior parte dei trasformatori ha gli avvolgimenti avvolti intorno ad un nucleo metallico. Questa tecnica aumenta l'induttanza in quanto il nucleo offre un percorso migliore alle linee di forza del campo. Infatti un trasformatore con un nucleo di ferro può avere un'efficienza del 100% sul trasferimento di potenza elettrica dall'avvolgimento primario al secondario.



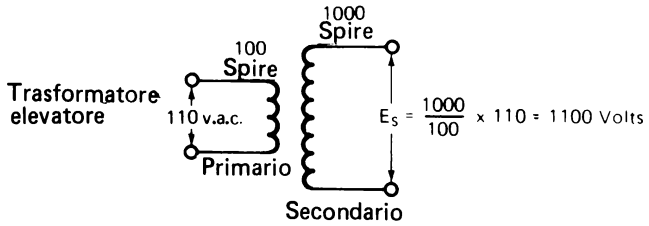
Anima di ferro

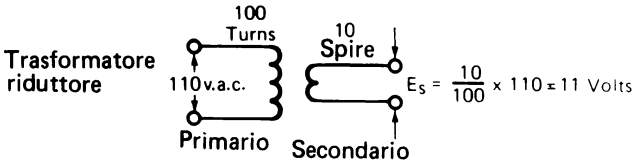
VS.



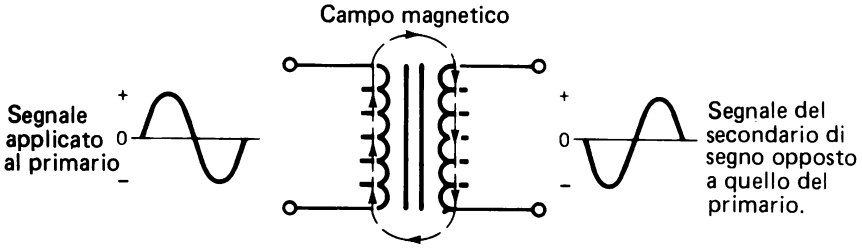
Anima d'aria

Più grande è il numero di spire del secondario intersecate dal campo magnetico del primario, maggiore è la f.e.m. generata nel secondario. A causa di ciò, il rapporto tra i livelli di tensione nei due avvolgimenti — primario e secondario — può essere stabilito regolando il numero di spire del secondario. Teoricamente se il secondario ha lo stesso numero di spire del primario, la tensione generata sul secondario ha esattamente lo stesso valore di quella del primario. Se il numero di spire del secondario è due volte quello del primario, la tensione generata nel secondario è due volte quella applicata al primario. I trasformatori costruiti così sono detti trasformatori *elevatori* perchè la tensione aumenta dal primario al secondario; cioè viene elevata. D'altro canto, se il secondario ha meno spire del primario, la tensione trasformata dal primario al secondario si riduce o diminuisce. I trasformatori costruiti così sono detti trasformatori *riduttori*.



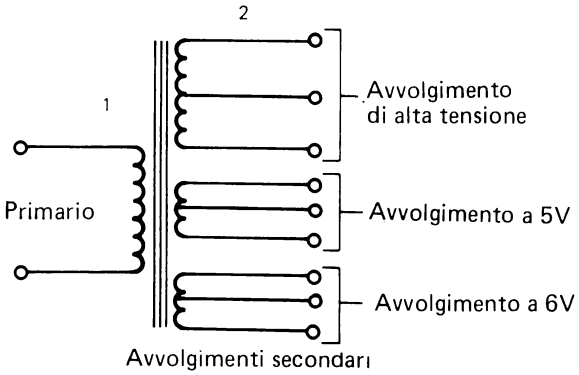


Un fatto interessante relativo ai trasformatori è che la polarità del segnale generato nel secondario è opposta a quella del segnale applicato al primario.



SECONDARI MULTIPLI

Molti trasformatori hanno più di un secondario per risparmiare nel costo, ingombro e peso, che aumenterebbero usando più di un trasformatore per avere differenti livelli di tensione secondaria. La tensione prodotta su ognuno di questi secondari è determinata dal numero di spire di ognuno di essi. Nell'esempio mostrato ci sono tre morsetti per ogni secondario. Il morsetto centrale è chiamato *presa centrale* e la tensione tra di esso ed ognuno degli altri due morsetti è la metà della tensione totale di quell'avvolgimento.



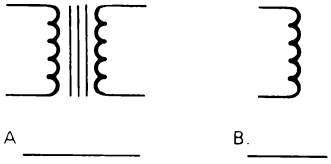
Poichè la trasformazione è dovuta all'espansione e contrazione di campi magnetici, un trasformatore può funzionare soltanto con c.a. Con c.c. il campo magnetico è fisso e non si espande e contrae. Per cui esso non taglierebbe le spire del secondario e, come risultato, il trasformatore non potrebbe adempiere alle sue funzioni.

SOMMARIO

I seguenti quesiti vi aiuteranno a riassumere gli argomenti trattati in questo capitolo. Se avete difficoltà a rispondere a qualche domanda, ripassate gli argomenti esposti nel capitolo.

RIPASSO

1. Scrivete il nome del dispositivo rappresentato dal disegno o simbolo.



2. Mettete un cerchio sulla lettera della risposta più corretta.

L'induttanza è:

A. La tensione applicata che genera un campo magnetico.
B. La resistenza alla variazione della corrente creata dall'espandersi e contrarsi del campo magnetico che taglia una spira.
C. La corrente che genera un campo magnetico che si espande.
D. La parte negativa di un'onda sinusoidale c.a.

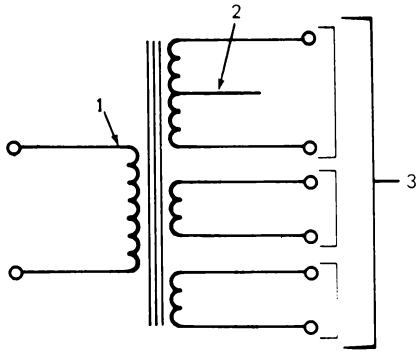
3. Un trasformatore trasferisce potenza elettrica da un avvolgimento ad un altro per mezzo di un campo magnetico variante. Vero o Falso.

4. Identificate nel disegno ciascun termine numerato e scrivete il nome corretto dato nelle lettere.

1._____ A. Morsetto centrale

2._____ B. Secondario

3._____ C. Primario



RISPOSTE

1. A. Trasformatore

   B. Bobina

2. B

3. Vero

4. 1. Primario

   2. Morsetto centrale

   3. Secondario

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests hanno lo scopo di verificare in che modo avete capito gli argomenti presentati nel capitolo. Svolgete il Test Finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se avete risposto a tutte le domande correttamente, avete una buona conoscenza degli argomenti trattati e potete passare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato una o due risposte, dovete ripassare gli argomenti relativi a quelle risposte. Quando avrete capito perchè avete sbagliato e potete rispondere esattamente, potete andare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti presentati nel capitolo. Se necessario, chiedete aiuto. Quando crederete di aver capito gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

  Se siete stati capaci di rispondere correttamente a tutte le domande, potete andare al capitolo successivo. Se avete sbagliato qualche risposta, continuate a ripassare finchè non capite gli argomenti presentati e poi passate al capitolo successivo.

CAPITOLO 9

TEST FINALE # 1

1. L'induttanza può essere definita come

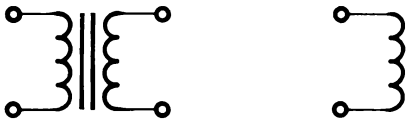
☐ a. La tensione applicata a una bobina che genera un campo magnetico.

☐ b. La parte positiva di un'onda sinusoidale c.a.

☐ c. Una resistenza ad una variazione della corrente.

☐ d. La corrente che passa sulla bobina.

2. Identificate i seguenti simboli schematici:



a._____ b._____

3. Un componente elettrico che trasferisce potenza elettrica da avvolgimento ad un altro per mezzo di un campo magnetico è un:

☐ a. Condensatore

☐ b. Trasformatore

☐ c. Transistore

☐ d. Diodo

4. Durante un ciclo c.a. la corrente cambia direzione:

☐ a. Una volta

☐ b. Tre volte

☐ c. Quattro volte

5. Associate la lettera della definizione con il numero del termine meglio definito da essa:

1._____c.a.

2._____Avvolgimento secondario

3._____Elevare

4._____Henry

5._____Avvolgimento primario

6._____Abbassare

a. Aumentare la tensione per trasformazione.

b. Un'unità di misura della "L".

c. Diminuire la tensione per trasformazione.

d. Un avvolgimento di un trasformatore che riceve la sua tensione per mezzo di un campo magnetico.

e. La corrente che a frequenza regolare scorre in un verso e poi nel verso opposto.

f. Un avvolgimento di un trasformatore a cui è applicata direttamente la c.a.

CAPITOLO 9

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

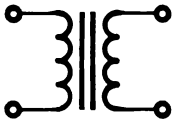
1. c
2. a. Trasformatore
   b. Bobina
3. Trasformatore
4. a
5. 1. e
   2. d
   3. a
   4. b
   5. f
   6. c

CAPITOLO 9

TEST FINALE # 2

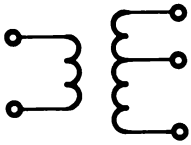
1. L'induttanza può essere definita come una resistenza alla variazione della corrente. Vero o Falso:_____

2. Il simbolo schematico di una bobina è:

a. 

b.

c.

d. 

3. Un trasformatore trasferisce potenza elettrica da un avvolgimento secondario ad uno primario. Vero o Falso:_____

4. Durante un ciclo, la corrente alternata varia il suo verso quattro volte. Vero o Falso:_____

5. Associate la lettera della definizione con il numero del termine che è meglio definito da essa.

1. _____ Avvolgimento secondario
2. _____ c.a.
3. _____ Henry
4. _____ Elevare
5. _____ Avvolgimento primario
6. _____ Abbassare

a. Un'unità di misura della "L".
b. Aumentare la tensione per trasformazione.
c. Un avvolgimento di un trasformatore a cui è direttamente applicato la c.a.
d. La corrente che, a frequenza regolare, fluisce in un verso e poi nel verso opposto.
e. Un avvolgimento di un trasformatore che riceve la sua tensione per mezzo di un campo magnetico.
f. Diminuire la tensione per trasformazione.

CAPITOLO 9

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. Vero
2. b
3. Falso
4. Falso
5. 1. e
   2. d
   3. a
   4. f
   5. c
   6. b

CAPITOLO 10
DIODI

TEST INIZIALE

Istruzioni

Questo è un test iniziale che ha lo scopo di verificare la vostra attuale conoscenza degli argomenti presentati in questo capitolo. Se già avete una conoscenza di tali argomenti sufficiente per consentirvi di completare il test facendo non più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Però, se sbagliate, più di una risposta dovete studiare gli argomenti di questo capitolo.

Dopo aver completato il test, confrontate le vostre risposte con quelle elencate alla pagina che segue il test.

1. Nel simbolo schematico sopra rappresentato identificate l'anodo e il catodo.

☐ a. A è l'anodo e B il catodo.

☐ b. A è il catodo e B l'anodo.

☐ c. Non c'è nè anodo nè catodo.

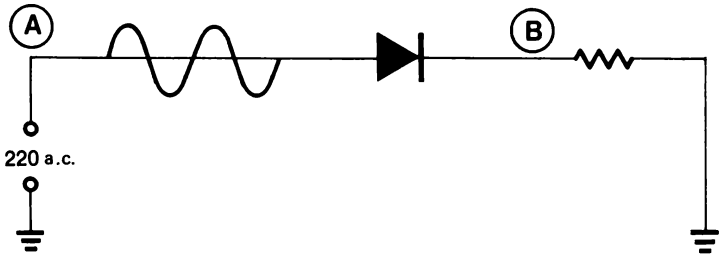
2. Nel verso convenzionale della corrente quando il diodo è polarizzato direttamente la corrente fluisce da:

☐ a. A a B

☐ b. B ad A

☐ c. Non fluisce

3. Il diodo di sopra è polarizzato direttamente o inversamente?



4. Nello schema di cui sopra cosa si vedrà nel punto B.

a.

b.

c.

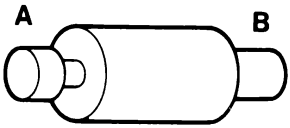
5. Il diodo_____la corrente, quando è polarizzata inversamente.

☐ a. blocca

☐ b. fa passare

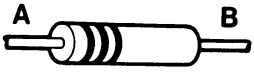
☐ c. non ha alcun effetto sulla

6. Nei seguenti diodi qual'è il catodo?



Tipo M 500

6._____

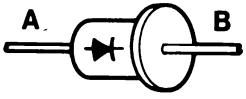


Vetro

7._____

Palstico

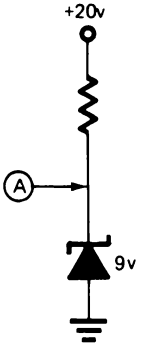
8._____



Metallico

9._____

10. Che tensione ci sarà nel punto "A"?



Risposta:_____

CAPITOLO 10

RISPOSTE AL TEST FINALE

1. b
2. b
3. Direttamente
4. c
5. a
6. a
7. a
8. b
9. b
10. +9V

Se avete risposto correttamente a tutti i quesiti, o ne avete sbagliato solo uno avete apparentemente una buona conoscenza degli argomenti insegnati in questo capitolo. Per cui potete passare direttamente al capitolo successivo.

Se avete sbagliato più di una risposta, studiate gli argomenti di questo capitolo.

CAPITOLO 10
DIODI

INTRODUZIONE

I Diodi sono dispositivi non lineari a due morsetti. Come i condensatori, non seguono la legge di Ohm. Il diodo è più semplice e fondamentale semiconduttore usato in elettronica. Esso agisce come una valvola ad *una via* permettendo il passaggio di corrente in una direzione e bloccandola nell'altra.

In questo capitolo imparerete come funzionano i diodi e i loro impieghi comuni.

OBIETTIVI

Alla fine di questo capitolo sarete capaci di:

- Riconoscere, su ogni diodo, l'anodo e il catodo.
- Riconoscere il simbolo schematico del diodo e stabilire, assegnate le condizioni del circuito, se è polarizzato direttamente o inversamente.
- Stabilire che il verso convenzionale della corrente attraverso un diodo polarizzato direttamente è dall'anodo al catodo (da + a –).
- Affermare che la caduta di tensione su un diodo al silicio polarizzato direttamente è circa 0,6V. Per altri diodi questa caduta può arrivare fino a 0,2V.
- Stabilire che il diodo Zener è progettato per funzionare in condizioni di polarizzazione inversa fornendo una caduta di tensione ben determinata anche se varia la corrente che attraversa il diodo.
- Riconoscere il simbolo schematico del diodo Zener e determinare in un circuito il suo segnale d'uscita quando ne sono dati i limiti d'impiego e le caratteristiche relative del circuito.
- Identificare un gate AND e un gate OR e trovare il segnale d'uscita di entrambi i tipi di circuito, quando si conoscono le caratteristiche del circuito e del segnale d'ingresso.

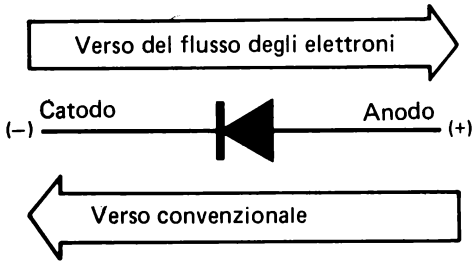
- Stabilire come si può usare un diodo per bloccare la tensione e determinare le uscite dei circuiti quando sono date le loro caratteristiche.
- Stabilire come usare un diodo per rettificare la tensione alternata.

SIMBOLO DEL DIODO

Prima che si sviluppasse la teoria dell'elettrone si pensava che l'elettricità fluisse nella direzione opposta, dal più al meno. In effetti ci sono due tipi di flusso di corrente. Imparerete di più su questo fatto studiando il funzionamento del diodo.

Alcuni simboli elettronici furono disegnati riferendosi al verso della corrente elettrica, dal più al meno. Il simbolo del diodo è uno di quelli.

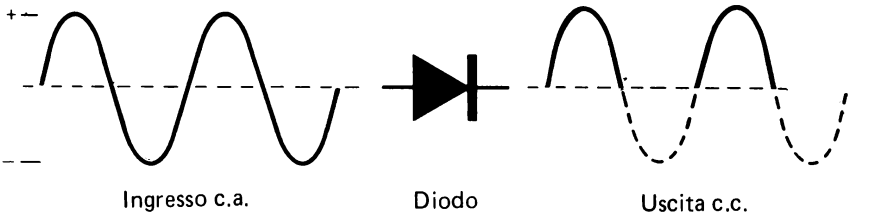
Simbolo del Diodo



Quando la corrente scorre in circuiti che impiegano dispositivi a semiconduttori quali diodi e transistori, sarà più facile riferirsi al metodo del *verso convenzionale* (da + a –). Usando questo metodo, basta seguire la freccia disegnata nel simbolo. In tutte le spiegazioni del capitolo si userà il metodo del verso convenzionale della corrente.

DIODO COME VALVOLA AD UNA VIA

Indipendentemente da come i diodi sono usati in un circuito essi funzionano elettricamente come una valvola elettrica ad una via. La seguente figura mostra l'effetto di un diodo messo in un circuito c.a. (a corrente alternata).



Durante la prima metà del ciclo c.a., la tensione è positiva e la corrente fluisce dal più al meno. Fino a questo momento il diodo consente alla corrente di scorrere. Nella seconda metà del ciclo c.a. la tensione è negativa e il flusso di corrente è opposto a quello di prima. A questo punto il diodo blocca il passaggio della corrente. L'uscita dalla parte del catodo del diodo presenta solo la metà positiva del ciclo. Si parla di *raddrizzamento a mezza onda* ed è impiegato in molti alimentatori per convertire la tensione c.a. in c.c. (corrente continua).

FUNZIONAMENTO DI UN DIODO – LA GIUNZIONE P-N

La compensione del funzionamento del diodo, semplificherà lo studio dei transistori e circuiti integrati. Il diodo è l'elemento a semiconduttori fondamentale dal quale discendono tutti gli altri dispositivi semiconduttori.

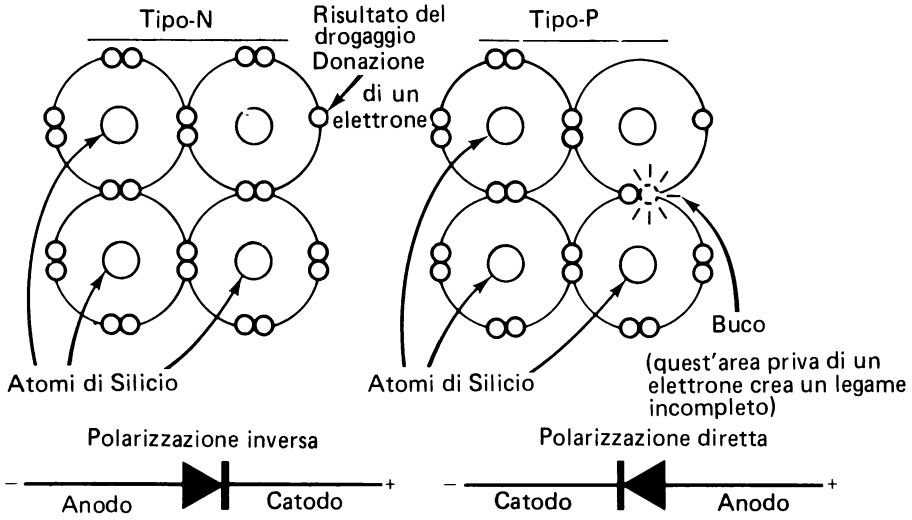
I semiconduttori sono fatti di Germanio o di Silicio, ma il Silicio è più usato del Germanio, per la sua maggiore resistenza termica e per la sua maggiore resistenza al passaggio della corrente inversa.

Il silicio è un elemento che ha una struttura cristallina. Nella costruzione dei semiconduttori si fonde il silicio e si aggiungono altri elementi. Questo processo è detto drogaggio (doping). Si lascia poi raffreddare e si riforniscono i cristalli che contengono elementi estranei egualmente distribuiti.

Questi elementi estranei presentano un eccesso e una mancanza di elettroni nelle orbite esterne. Se il silicio è stato drogato con elementi aventi un eccesso di elettroni, il cristallo che si forma ha un eccesso di elettroni che perciò danno una carica negativa. Questo tipo di semiconduttore è detto di tipo-N perchè la sua carica è negativa.

Semiconduttore Tipo-N — Possiede un eccesso di elettroni ed ha una carica negativa (—).

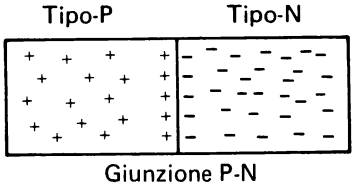
Semiconduttore Tipo-P — E' in difetto di elettroni ed ha una carica positiva (+).



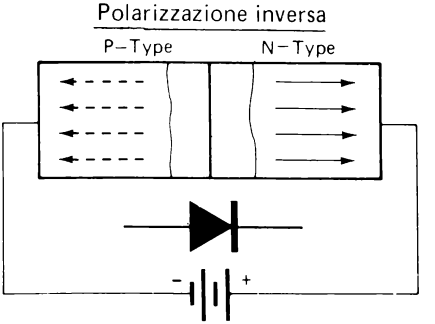
LA GIUNZIONE P-N

La figura precedente mostra un materiale tipo P con mancanza di elettroni o con eccesso di cariche positive chiamate *lacune*. Vedete anche un materiale di tipo-N con un eccesso di elettroni e carica negativa. Per costruire un diodo si uniscono insieme i due tipi di materiali. Il punto di contatto è chiamato giunzione. Poichè una parte del diodo è materiale di tipo-P e l'altra materiale di tipo-N, la giunzione è chiamata *Giunzione P-N*.

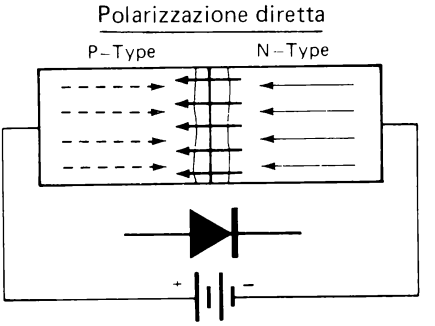
Nella giunzione P-N quando il materiale di tipo-N si unisce con il materiale di tipo-P per mettere in comune elettroni si forma una zona neutra. Gli atomi nella giunzione sono stabili in quanto non attraggono nè respingono elettroni.



La giunzione forma una barriera che si oppone al flusso di corrente nel diodo. Quando si applica una tensione ai capi del diodo il numero di atomi che hanno in comune elettroni aumenta o diminuisce a seconda della polarità della tensione. Tale polarità aumenta o diminuisce la resistenza della barriera.



Il diodo mostrato sopra è polarizzato inversamente e non conduce. L'anodo (materiale tipo-P) è collegato al potenziale negativo e il catodo (materiale tipo-N) al potenziale positivo. Con il diodo polarizzato in questo modo, le cariche sono allontanate dalla giunzione P-N, riducendo così il numero di atomi che possono mettere in comune elettroni. Ciò aumenta la resistenza interna della giunzione, che blocca la corrente nel diodo.



Questo diodo è mostrato polarizzato direttamente. In questa situazione le cariche sono spinte verso la Giunzione P-N facendo sì che molti atomi mettano in comune elettroni. La tensione positiva applicata all'anodo attrae elettroni dal materiale di tipo-P e aumenta il numero di lacune. Queste lacu-

ne sono spinte verso la giunzione P-N dove si ricombinano con gli elettroni provenienti dal materiale tipo-N. Quando il materiale di tipo-N cede un elettrone alla lacuna, o materiale di tipo-P, per sostituirlo viene strappato un elettrone dal potenziale negativo applicato al catodo.

Nella figura le frecce *tratteggiate* rappresentano il movimento delle lacune, mentre le frecce a linea continua rappresentano il movimento degli elettroni. In questa figura si vede che nel materiale di tipo-P la corrente prevalente è data dalle lacune o cariche positive, mentre nel materiale di tipo-N la corrente prevalente è data dagli elettroni.

Nella precedente discussione si è puntualizzato che:

- Un diodo blocca il passaggio di corrente quando il suo anodo è negativo rispetto al catodo (polarizzato inversamente).

Polarizzato inversamente

- Un diodo conduce, cioè lascia passare la corrente, quando il suo anodo è positivo rispetto al catodo (polarizzato direttamente).

Polarizzato direttamente

CARATTERISTICHE DI TENSIONE E CORRENTE

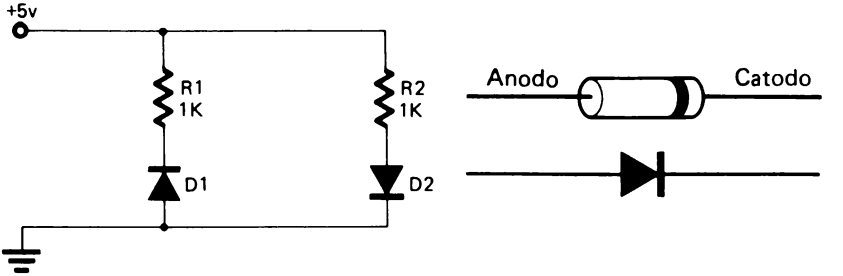
Quando la corrente o la tensione di un circuito con diodo polarizzato direttamente aumenta, la caduta di tensione resta costante. Per questo si dice che i diodi sono dispositivi non lineari. La caduta di tensione su un diodo al silicio polarizzato direttamente è di circa 0,6V. Ogni altra tensione applicata al circuito cade ai capi della resistenza in serie con il diodo. I diodi al germanio hanno una caduta di tensione più piccola di soli 0,2V, quando sono polarizzati direttamente.

ESPERIMENTO # 1

Scopo

Questo esperimento dimostra le caratteristiche di un diodo polarizzato direttamente e indirettamente.

Schema



La fascia su un estremo del diodo indica il lato del catodo.

Passo 1

Ponete uno degli alimentatori variabili su +5V.

Preparate l'esperimento come mostrato nello schema.

NOTA: Avete due tipi di diodi nel vostro BE Experiment Kit. Due sono diodi Zener e quattro sono diodi al silicio. Trovate quattro diodi uguali e usateli nell'esperimento.

Passo 2

Quale dei due diodi D_1 o D_2 è polarizzato direttamente?_____

Verificate la vostra risposta facendo quanto segue:

Misurate la tensione ai capi di D_1 e D_2.

D_1_____

D_2_____

Dovreste aver trovato 5V su D_1 e solo 0,6V su D_2. Questo indica che D_1 è polarizzato inversamente e che D_2 è polarizzato direttamente.

Passo 3

Collegate l'amperometro in serie a D_1 per vedere se c'è corrente.

Corrente attraverso D_1 _____

Collegate l'amperometro in serie a D_2 per misurare la corrente che scorre.

Corrente attraverso D_2 _____

Usando la legge di Ohm, calcolate la caduta di tensione su R_2.

Risposta: _____

Passo 4

Verificate la vostra risposta misurando la caduta di tensione su R_2.

Dovreste aver trovato che la corrente attraverso R_2 è di circa 4,4 mA e che la caduta di tensione su R_2 è 4,4V.

Passo 5

Con l'amperometro collegato ancora in serie a D_2, usate l'oscilloscopio per misurare la caduta di tensione su D_2.

Aumentate lentamente la tensione dell'alimentatore variabile e osservate la variazione della corrente in funzione della caduta di tensione su D_2.

Probabilmente avete visto che per piccoli incrementi della caduta di tensione su D_2 si hanno grandi variazioni della corrente.

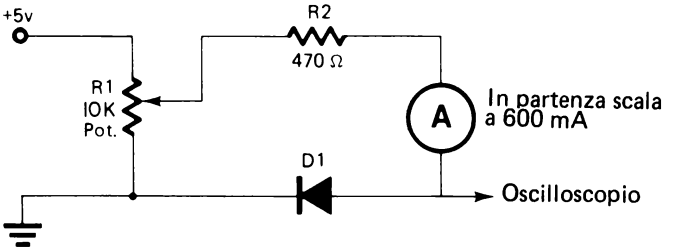
Questo completa l'Esperimento # 1.

ESPERIMENTO # 2

Scopo

Questo esperimento fa vedere la corrente e la caduta di tensione su un diodo quando la tensione applicata è inferiore a 0,6V.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento secondo lo schema.

Preparate l'oscilloscopio con la linea di riferimento dello 0V sulla linea superiore e il comando volts/Division su 0,1V.

Regolate R_1 in modo che la caduta di tensione su D_1 sia 0V.

Ponete l'amperometro sulla scala 0,6 mA.

Durante l'esperimento tenete d'occhio l'amperometro in modo da non danneggiare lo strumento con una corrente forte. Quando è necessario, cambiate scala.

Passo 2

Regolate lentamente il potenziometro in modo da aumentare la tensione sul diodo. Aumentate la tensione con incrementi di 0,1V e segnate la corrente del diodo ad ogni passo.

Tensione	Corrente	Tensione	Corrente
0,1V	_____	0,5V	_____
0,2V	_____	0,6V	_____
0,3V	_____	0,7V	_____
0,4V	_____		

A che valore di tensione comincia a condurre il diodo?_____

Quant'è la resistenza del diodo a quel valore?_____

Quant'è la resistenza del diodo a 0,4V?_____

Quant'è la resistenza del diodo a 0,6V?_____

Le vostre risposte dovrebbero rispecchiare il fatto che prima che la tensione sia tanto grande da portare alla conduzione il diodo la sua resistenza è molto alta, appena esso comincia a condurre la sua resistenza cala rapidamente fino a diventare molto bassa. Ciò prova che i diodi sono dispositivi non lineari e non seguono le leggi di Ohm.

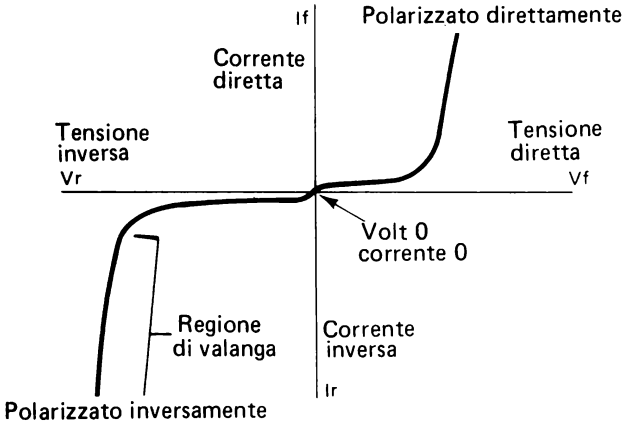
POLARIZZAZIONE INVERSA

Un diodo è polarizzato inversamente quando l'anodo è ad un potenziale negativo rispetto al catodo.

La resistenza interna del diodo è molto alta quando esso è polarizzato inversamente. Molti diodi sono in grado di sopportare un potenziale inverso di molte centinaia di volt prima che una qualche corrente fluisca nella direzione inversa. Però, una volta che la corrente comincia a scorrere nella direzione inversa, si dice che il diodo entra in uno stato di *valanga* e se gli si consente di rimanere in tale stato per un lungo periodo, si distrugge.

Il grafico seguente mostra l'andamento della corrente in funzione della tensione applicata in un diodo tipico.

La linea verticale rappresenta la corrente e quella orizzontale la tensione.



Il quadrante inferiore a sinistra del grafico rappresenta il comportamento del diodo polarizzato inversamente. C'è un flusso di corrente molto basso nella direzione inversa (I_r), finchè la tensione inversa (V_r) non raggiunge un potenziale tanto alto da causare nel diodo l'effetto valanga. Tale valore di tensione può essere di due o trecento Volts. A questo punto la corrente inversa (I_r) comincia a crescere bruscamente.

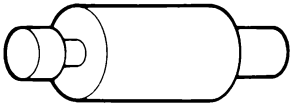
Il quadrante superiore destro del grafico rappresenta il comportamento del diodo polarizzato direttamente. Aumentando la tensione diretta (V_f), c'è un piccolo flusso di corrente fino a raggiungere circa 0,6V (nel diodo al silicio), poi la corrente diretta (I_f) aumenta all'aumentare della tensione.

La massima corrente (I_{max}) che un diodo può sopportare è determinata dalla sua capacità di dissipazione. Quando si sceglie un diodo per una particolare applicazione si devono considerare le sue caratteristiche di corrente e di potenza.

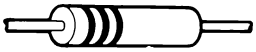
COSTRUZIONE DEL DIODO

I diodi sono di forma e dimensioni diverse e possono portare quantità di corrente diverse. Normalmente più grande è la dimensione fisica del diodo maggiore è la sua capacità di corrente. Le seguenti figure mostrano alcuni diodi che potete incontrare, e indicano anche come riconoscere il catodo.

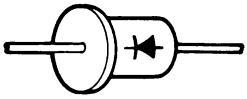
Simbolo del diodo

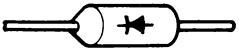


M 500 Type
Locating grove on cathode end

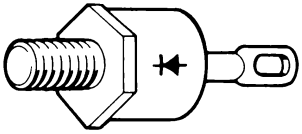


Glass
Color bands always towards the cathode end





Epoxy



Diodo di potenza

Plastico

RIPASSO

Determinate se questi diodi sono polarizzati direttamente o inversamente.

1.

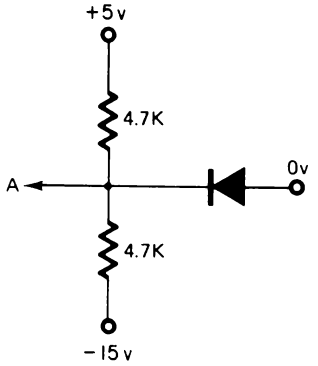
2.

3.

4.

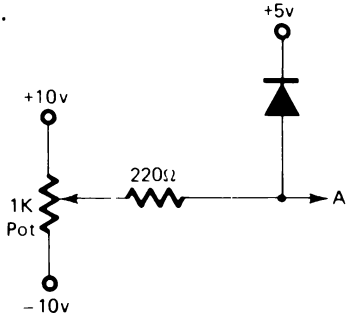
Determinate la tensione nei punti indicati. Supponete che questi diodi siano al silicio e diano una caduta di tensione di 0,6V quando sono polarizzati direttamente.

5.



Tensione in "A"

6.

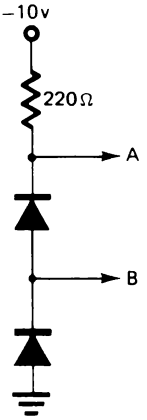


Qual'è la tensione massima e minima che può aversi in "A"?

Minima _____

Massima _____

7.



Tensione in "A" _____

Tensione in "B" _____

RISPOSTE

1. Polarizzato inversamente

2. Polarizzato direttamente

3. Polarizzato direttamente

4. Polarizzato direttamente

In ciascuno di questi esempi eccetto il 1°, l'anodo è più positivo del catodo, e il diodo conduce.

5. –0,6V.

   Senza il diodo, il partitore di tensione darebbe in "A" una tensione di 5V. Con il diodo nel circuito, il catodo sente i –5V, ma questo potenziale è negativo rispetto a quello dell'anodo, sicchè il diodo diventa polarizzato direttamente. Poichè la caduta di tensione nel diodo è di 0,6V, il diodo *blocca* il potenziale del punto "A" a 0,6V.

6. Minimo = –10V

   Massimo = +5,6V

   Senza il diodo, la tensione in "A" potrebbe andare da –10V a +10V. però, quando il diodo è inserito nel circuito, diventa polarizzato direttamente ogni volta che la tensione tenta di diventare maggiore di +5V. Poichè la caduta di tensione nel diodo è di 0,6V, la tensione massima in "A" sarà di +5,6V.

7. Tensione in "A" = –1,2V

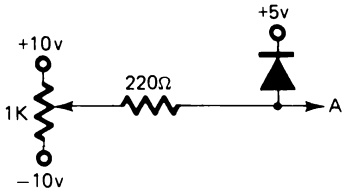
   Tensione in "B" = –0,6V

   I diodi collegati in serie danno ognuno una caduta di tensione di 0,6V, così che vi aspetterete di vedere in "A" la somma delle due cadute di tensione.

   Montate questi circuiti per verificare le vostre risposte.

DIODO DI BLOCCO

I diodi nei problemi 5 e 6 hanno una funzione speciale. Nel problema 5 il diodo blocca la tensione a un valore predeterminato. Nel problema 6 il diodo fa in modo che la tensione non superi un predeterminato valore. Questo diodo potrebbe essere chiamato diodo *limitatore* in quanto *limita* o elimina ogni tensione superiore a 5V.

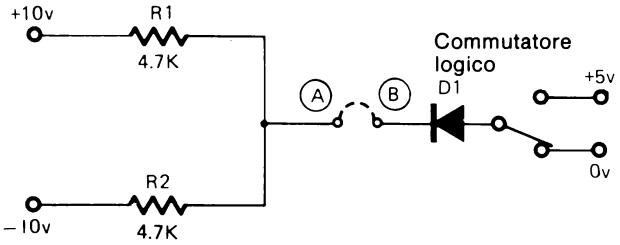


ESPERIMENTO # 3

Scopo

Questo esperimento mostra il funzionamento di un diodo di blocco.

Schema



Questo esperimento richiede il collegamento di un commutatore logico. L'uscita (pin centrale) del commutatore avrà un *livello logico* di 0V oppure di +5V. Quando il commutatore è nella posizione *giù*, l'uscita o livello logico sarà 0V. Quando è in *su*, il livello logico sarà di +5V.

Passo 1

Preparare l'esperimento come mostrato nello schema. Inizialmente non collegate il ponte tra il catodo del diodo e il punto di collegamento di R_1 ed R_2.

Regolate le tensioni come mostrato.

Passo 2

Misurate la tensione nel punto "A"

Passo 3

Ponete il commutatore logico nella posizione a 0V.

Misurate la tensione in "B"_____

Ponete il commutatore logico nella posizione a +5V.

Misurate la tensione nel punto "B"_____

Passo 4

Collegate il cavallotto tra "A" e "B".

Con il commutatore logico nella posizione a 0V, che tensione si ha in "A"?

Risposta: _____

Misurate la tensione in "A" per verificare la vostra risposta.

Con l'interruttore logico nella posizione a +5V, che tensione si ha in "A"?

Risposta: _____

Misurate la tensione in "A" per verificare la vostra risposta.

Sommario

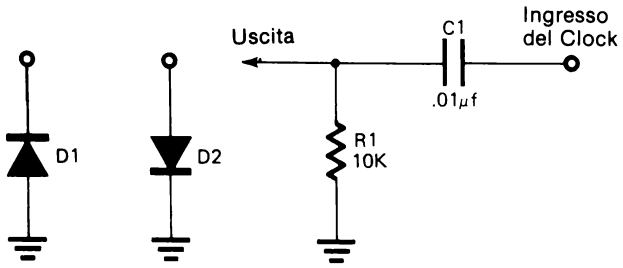
In questo circuito il diodo fa si che la tensione sia bloccata a uno dei due livelli di uscita. Questo tipo di circuito è chiamato circuito di blocco a diodo (diode clamp).

ESPERIMENTO # 4

Scopo

Questo esperimento mostra come un diodo può essere usato come *clipper*.

Schema



Passo 1

Collegate l'LR - 31 per avere impulsi da 0 a +5V (vedere Esperimento 3 al Capitolo 8). Usate un condensatore da 0,033μF per C_2 e regolate il comando di frequenza sul centro della rotazione.

Preparate l'esperimento come mostrato sullo schema. Inizialmente non collegate l'uscita con D_1 o D_2.

Preparate l'oscilloscopio per visualizzare l'uscita di questo circuito.

Passo 2

Osservate l'uscita mentre fate quanto segue:

- Collegate un ponte tra l'uscita e il catodo di D_1.
- Spiegate ciò che accade _____

  _____
- Collegate un secondo ponte tra l'uscita e l'anodo di D_2.

  Spiegate ciò che accade _____

  _____

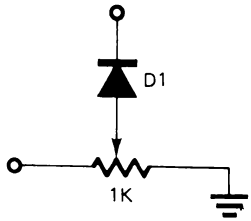
In ciascun caso il diodo diventa polarizzato direttamente. D_1 si polarizza direttamente a causa dello spike negativo e D_2 per quello positivo. La caduta di tensione su ciascun diodo quando è polarizzato direttamente è 0,6V.

Passo 3

Variate il comando Volts/Division in modo da poter misurare la caduta di 0,6V sui diodi polarizzati direttamente.

Passo 4

Collegate un potenziometro da 10 KΩ in serie con D_1, come mostrato.



Passo 5

Regolate il potenziometro dal massimo al minimo e osservate ciò che succede al segnale d'uscita.

La resistenza in serie al diodo vi permette di regolare il valore del segnale che viene tagliato.

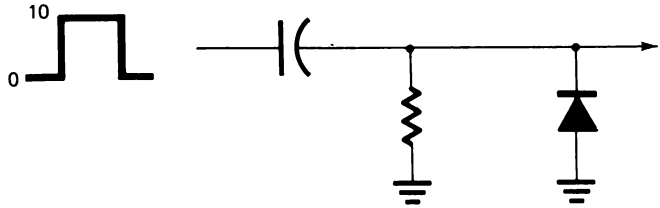
Sommario

I diodi, a secondo di come sono collegati sul circuito, possono essere usati per rimuovere o clip tensioni sia positive che negative.

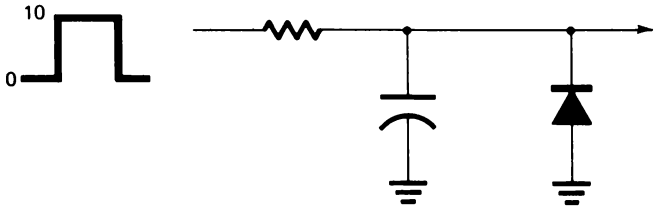
RIPASSO

Disegnate la forma d'onda d'uscita da questi circuiti. Supponete che la lunghezza di un ciclo sia almeno dieci volte la costante di tempo del circuito R/C.

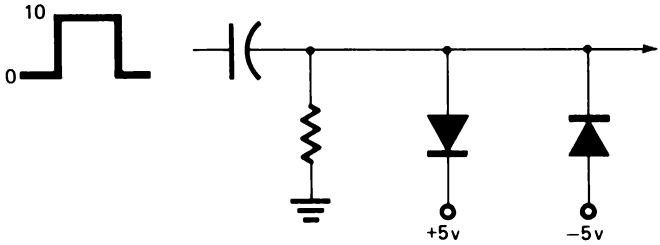
1.



2



3.

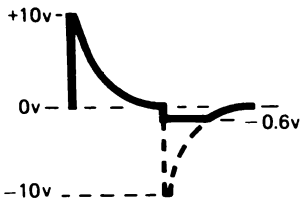


Quando si risolvono questi tipi di problemi, normalmente è più facile stabilire quale sarebbe il segnale non inserendo i diodi nel circuito. Poi aggiungendo i diodi si arriva all'uscita finale.

Confrontate le vostre risposte con quelle della pagina seguente.

RISPOSTE

1.

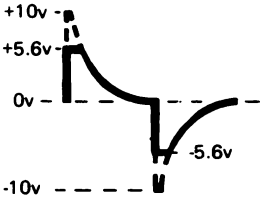


Questo è un circuito differenziatore e, rispetto a 0V, avrà un segnale con andamento positivo e negativo. Quando il segnale cade sotto lo 0V, il diodo si polarizza direttamente e taglia il segnale negativo come mostrato.

2.

Poichè in questo segnale integrato tutto il segnale è sopra lo 0V, il diodo è sempre polarizzato inversamente e non ha effetto sull'uscita.

3.



Questo è un circuito differenziatore ed ha un segnale ad andamento positivo e negativo. Il segnale sarà tagliato ai livelli +5,6V e –5,6V.

CIRCUITI LOGICI

Nella elettronica moderna si usano circuiti con diodi per controllare molte funzioni. In questo controllo si impiegano a volte circuiti speciali, chiamati *circuiti logici*.

Molte volte devono verificarsi diverse condizioni prima che si realizzi una funzione voluta. Un esempio potrebbe essere l'avviamento di un'automobile moderna. Devono essere allacciate le cinture di sicurezza, la leva del cambio deve essere in folle o in posizione di parcheggio e deve essere inserita la chiave. Se non si verifica una di queste condizioni, l'automobile non si avvia.

Condizioni:

- Cinture di sicurezza allacciate

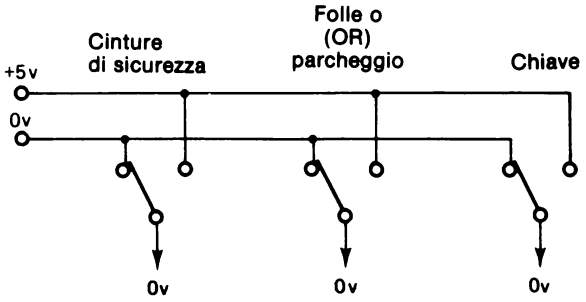
  E (AND)

- Leva del cambio in folle o in parcheggio

  E (AND)

- La chiave deve essere inserita

Supponete che quando si verificano tutte queste condizioni, si chiuda un commutatore che da una uscita di +5V. Quando non si verificano, lo stesso commutatore da un'uscita di 0V.

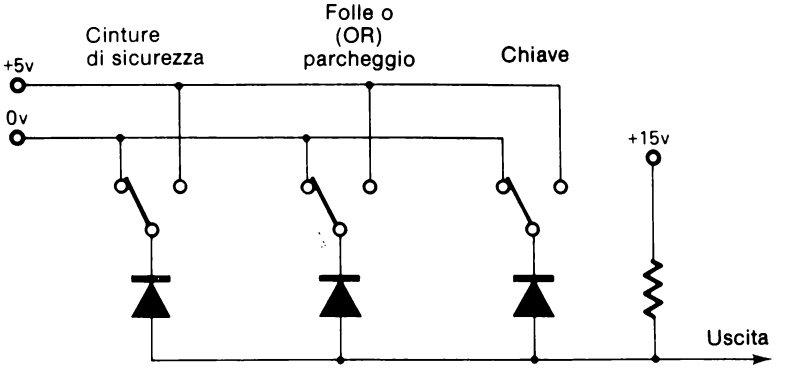


Come si vede in figura, i commutatori indicano che nessuna condizione si è verificata.

Notate che questi commutatori sembrano molto simili agli switches logici del OA-3 Op-Amp Designer.

Circuito AND

Ora supponete che questi commutatori siano collegati a un circuito a diodi simile a quello qui sotto.



Quant'è la tensione d'uscita da questo circuito con tutti i commutatori in posizione 0V?_____

Vedete che tutti i diodi sono polarizzati direttamente bloccando l'uscita a 0V. L'uscita resterà a 0V anche se uno o due interruttori sono commutati su +5V. Gli 0V del restante commutatore continueranno a bloccare l'uscita su 0V. Gli altri due diodi sono polarizzati inversamente avendo 0V sull'anodo e +5V sul catodo.

Quale sarà la tensione d'uscita quando tutti i 3 commutatori sono sulla posizione +5V?_____

Con i tre commutatori su +5V, tutti i diodi sono polarizzati direttamente tra +15V e +5V. Ciò provoca un'uscita a +5V.

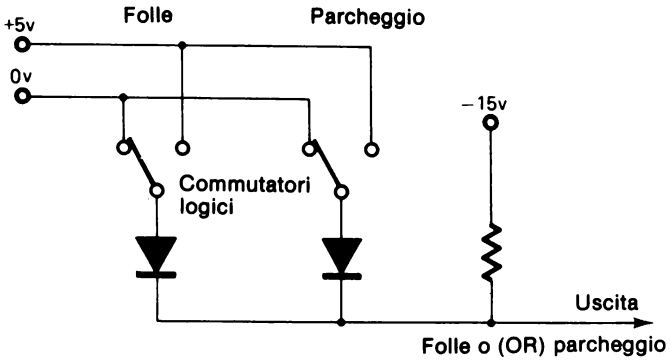
Lo 0V ed i +5V in questo esempio sono chiamati *livelli logici* e rappresentano una condizione. Per ciascuno dei tre commutatori, lo 0V rappresenta una condizione *off* (no) (cinture di sicurezza non allacciate, chiave non inserita, ecc.). I +5V rappresentano una condizione on (si). L'uscita del circuito AND a diodi dice che tutte le condizioni si sono verificate se è a +5V e che una o più condizioni non si sono verificate se è a 0V.

Il circuito di questo esempio è chiamato circuito AND.

Circuito OR

Nell'esempio appena fatto, una delle condizioni era che la macchina dovesse essere in folle O (OR) in parcheggio. Quando si verificava una o l'altra di queste due condizioni il segnale d'ingresso al circuito AND era +5V. Se invece non si verifica nessuna delle due condizioni, l'ingresso al circuito AND era 0V.

Il seguente circuito a diodi è progettato per fare ciò.



Con entrambi i commutatori nella posizione 0V, quant'è la tensione d'uscita?_____

Notate che i diodi sono collegati in modo opposto a quello del circuito AND e che la tensione applicata al resistore è −15V. Questa tensione è chiamata tensione di *pull-down*.

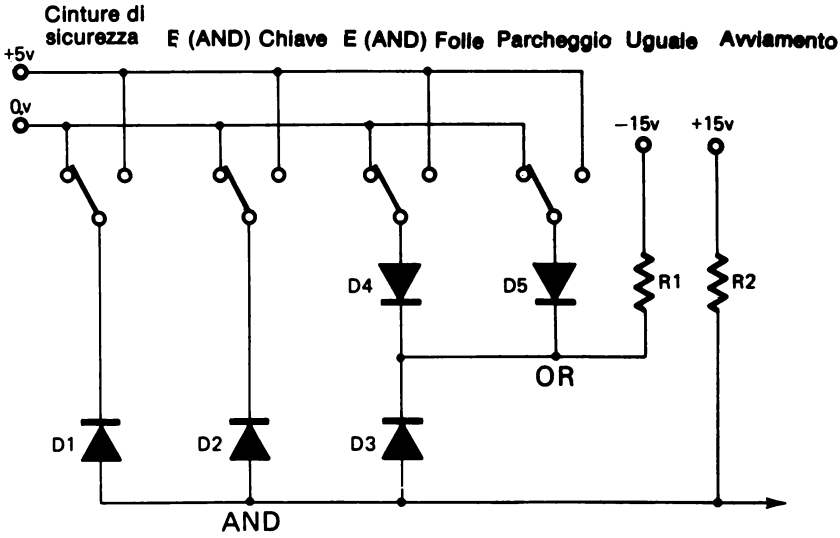
Dovreste aver detto che i diodi sono entrambi polarizzati direttamente e che l'uscita è 0V.

Quant'è la tensione d'uscita se uno degli interruttori è sulla posizione +5V?

Dovreste aver risposto +5V. L'uscita a +5V si ha sia se uno, sia se entrambi gli interruttori sono a +5V.

Questo circuito è chiamato circuito OR.

Per concludere questo esempio, lo schema seguente mostra il circuito completo che rappresenta le condizioni di avviamento dell'automobile.



Circuito AND

I diodi D_1, D_2, e D_3 insieme con il resistore R_2 di pull-up formano un circuito AND a tre rami.

Circuito OR

I diodi D_4 e D_5 insieme al resistore R_1 di pull-down formano un circuito OR a due vie. In questa situazione il circuito OR è inserito direttamente nel circuito AND attraverso D_3.

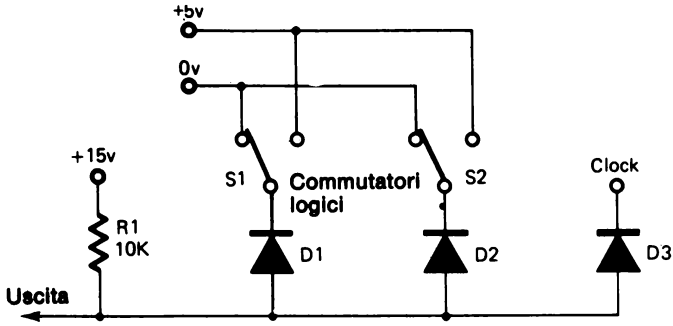
I seguenti esperimenti mostrano circuiti AND od OR.

ESPERIMENTO # 5

Scopo

Questo esperimento mostra come funziona un circuito AND.

Schema



Passo 1

Collegate l'LR-31 Generator come nel precedente esperimento.

Collegate e regolate il restante alimentatore variabile in modo che fornisca circa +15V.

Preparate l'esperimento come mostrato.

Ponete i commutatori logici S_1 ed D_2 a 0V (posizione in giù).

Passo 2

Preparate l'oscilloscopio in modo da poter osservare l'uscita dal circuito AND.

Passo 3

Entrambi i commutatori logici, S_1 ed D_2 dovrebbero essere su 0V.

Osservate l'uscita dal circuito mentre fate le seguenti operazioni:

- Ponete S_1 su +5V
- Ponete S_1 su 0V ed S_2 su +5V
- Ponete S_1 su +5V (S_1 ed S_2 entrambi su +5V).

Avete osservato il funzionamento di un circuito AND. L'uscita del circuito resta a 0V finchè uno dei tre ingressi è a 0V. Quando tutti i tre ingressi vanno a +5V, l'uscita va a +5V. Poichè D_3 è collegato al clock, si ha che l'uscita va alternativamente da 0V a +5V.

Sommario

L'uscita di un circuito AND sarà alta (high) (+5V in questo circuito) solo quando tutti gli ingressi sono alti.

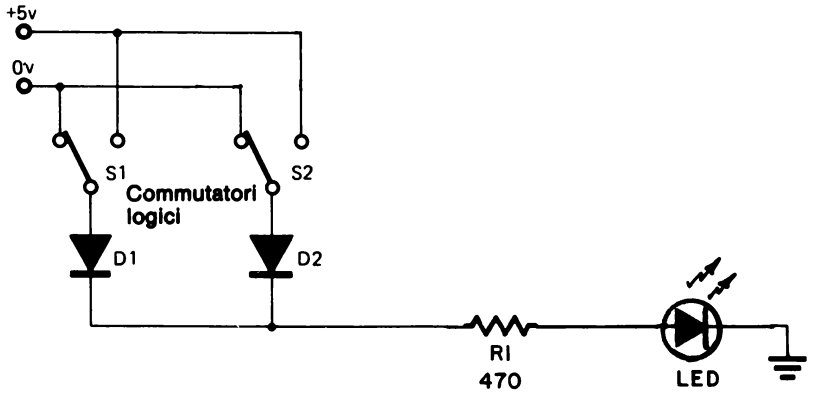
L'uscita è +5V quando il CLOCK è a +5V E S_1 è a +5V E S_2 è a +5V.

ESPERIMENTO # 6

Scopo

Questo esperimento fa vedere come funziona un circuito OR.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento come mostrato in figura.

Il CARICO (LOAD) è costituito semplicemente da un LED in serie ad un resistore da 470Ω. Rifatevi all'Esperimento # 2 del Capitolo 7 per collegare in modo esatto il LED.

Tutti i commutatori logici devono essere in posizione 0V.

Passo 2

Qual'è la combinazione di commutatori logici posti su +5V che determinano l'accensione del LED?

Avete appena osservato il funzionamento di un circuito OR. La lampada si accende quando S_1 è su +5V. Oppure (OR) quando S_2 è su +5V.

Passo 3

Il LED è l'unico dispositivo che, se polarizzato direttamente, emette luce.

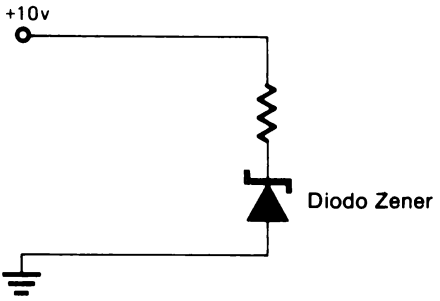
Con il LED acceso, misurate la tensione ai capi del dispositivo.

Diversamente dai diodi al silicio normali, dovreste aver misurato ai capi del LED polarizzato direttamente una tensione di circa 1,2V.

Il resistore di 470Ω è posto in serie al LED per limitarne la corrente. La corrente che attraversa il LED non dovrebbe superare i 20 mA.

DIODI ZENER

Un *diodo zener* è un diodo particolare progettato per funzionare in condizioni di polarizzazione inversa.



Il diodo mostrato nello schema di sopra è un diodo zener (notate la differenza del simbolo) ed è polarizzato inversamente. Questo tipo di diodo raggiunge la scarica distruttiva o l'effetto valanga ad una tensione determinata e mantiene questa tensione anche se la corrente nella direzione inversa può aumentare. Questa caratteristica rende i diodi Zener molto utili per la regolazione della Tensione.

I diodi zener possono essere costruiti con differenti tensioni di effetto valanga. I diodi compresi sul Component Package DK-5 hanno effetto valanga a 7,5V. Essi sono del tipo 1N755.

I diodi zener, se polarizzati direttamente, funzionano come ogni altro diodo al silicio e danno una caduta di tensione di circa 0,6V. Quando sono polarizzati inversamente, bloccano la corrente finchè la tensione inversa (Vr) non raggiunge il valore nominale di "zener". Poi comincia l'effetto valanga ed il valore della tensione inversa resta molto vicino al valore della tensione di zener.

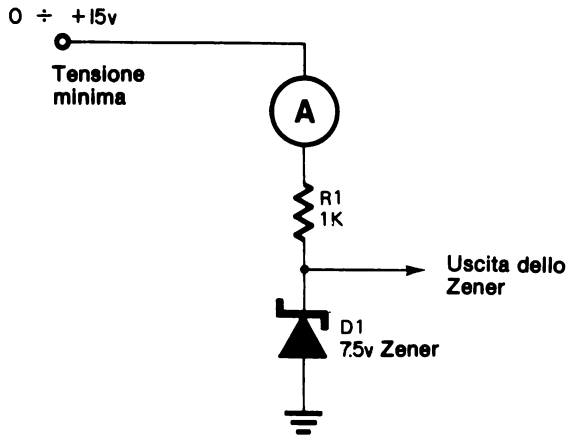
I seguenti esperimenti mostrano il funzionamento di un diodo zener.

ESPERIMENTO # 7

Scopo

Questo esperimento fa vedere il funzionamento di un diodo zener.

Schema



Passo 1

In questo esperimento misurate:

- La tensione sul diodo zener
- La tensione ai capi di tutto il circuito
- La corrente del circuito.

Preparate l'esperimento come segue:

- Ponete l'alimentatore variabile sulla tensione minima.
- Ponete il commutatore del tester su 6 mA (Cambierete questa predisposizione durante l'esperimento).

- Allestite l'esperimento come mostrato nello schema
- Preparate l'oscilloscopio per misurare la tensione.

Passo 2

Usando l'oscilloscopio per misurare la tensione, ponete l'alimentatore variabile su +5V.

Trascrivete il valore di corrente del circuito sulla casella opportuna della tabella che segue, trascrivete il segnale d'uscita dello zener.

Tensione di alimentazione	Corrente di circuito	Tensione d'uscita dello Zener
0v		
3v		
6v		
9v		
12v		
15v		

Finchè la tensione applicata al circuito è inferiore al valore di zener del diodo, il diodo stesso rimane polarizzato inversamente e non conduce. Però, non appena si raggiunge il valore di tensione nominale, si ha l'effetto valanga e la tensione ai capi del diodo resta relativamente costante anche se la tensione del circuito continua ad aumentare. La corrente del diodo aumenta e ciò prova che, in effetti, il diodo zener sta controllando la tensione.

Passo 3

Quanta potenza è dissipata dal diodo quando l'alimentatore è a +15V?

Risposta:_____mW

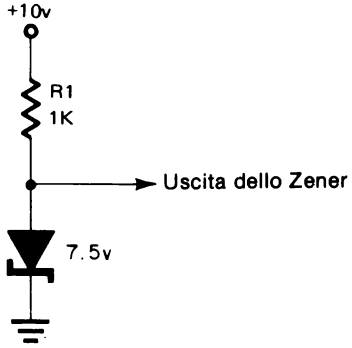
Dovreste aver ricordato che la formula della potenza è: P = I x E. La vostra risposta dovrebbe essere circa 56mW. Quindi è inferiore ai 400mW, che è la capacità di dissipazione di potenza del diodo.

ESPERIMENTO # 8

Scopo

Mostrare il funzionamento di un diodo zener quando è polarizzato direttamente.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento come mostrato.

Che tensione vi aspettate di vedere all'uscita dello zener?_____

Passo 2

Verificate la vostra risposta misurando il segnale d'uscita.

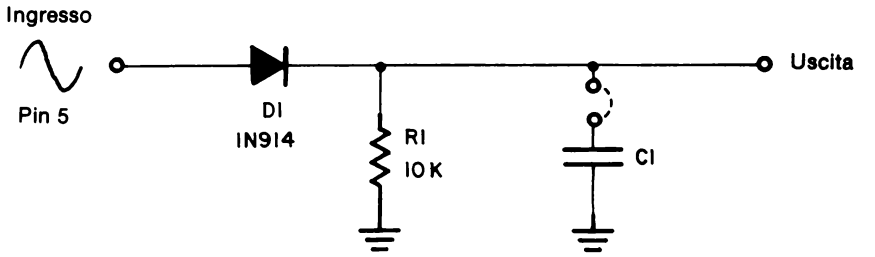
Dovreste aver misurato circa 0,6V. Il diodo zener è un componente al silicio e la sua caduta di tensione nella polarizzazione diretta è la stessa di ogni altro diodo al silicio.

ESPERIMENTO # 9

Scopo

Lo scopo di questo esperimento è di far vedere il funzionamento di un semplice raddrizzatore a mezza-onda e l'uso di un condensatore come filtro.

Schema



Passo 1

Collegate l'LR - 31 Generator per avere un'onda sinusoidale. Per i dettagli, rifatevi all'Esperimento 3 nel capitolo 8. Usate un condensatore di 0,033μF per C_2 e regolate il comando di frequenza sulla posizione di rotazione centrale.

Costruite il circuito suddetto sul vostro breadboard, ma inizialmente non collegate il condensatore C_1.

Passo 2

Regolate i comandi dell'oscilloscopio in modo da visualizzare la forma d'onda d'INGRESSO. Calcolate il valore della tensione del picco positivo della forma d'onda d'ingresso.

Passo 3

Che forma d'onda vi aspettate di vedere all'uscita? Quale sarà il valore della tensione in corrispondenza del picco della forma d'onda d'uscita?

Risposta

Vi dovreste aspettare di vedere "la metà superiore" dell'onda d'ingresso. Quando la tensione d'ingresso è positiva, il diodo conduce consentendo alla corrente di fluire. Però, quando la tensione diviene negativa, il diodo è polarizzato inversamente e non passa alcuna corrente. La tensione di picco dell'uscita è circa 0,6V inferiore a quella dell'ingresso a causa della caduta di tensione sul diodo.

Passo 4

Collegate un condensatore da 0,1μF ai capi di R_1, come mostrato, e osservate l'effetto sulla forma d'onda d'uscita. Sostituite alternativamente i seguenti condensatori.

1,0μF
3,3μF
10 μF

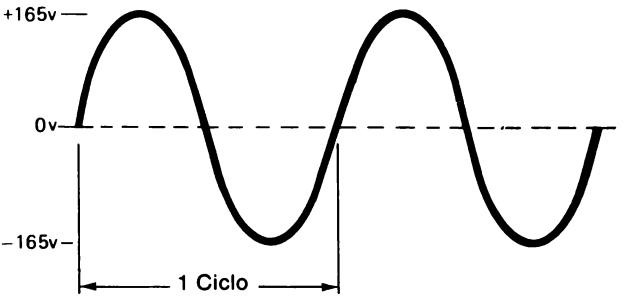
Assicuratevi di rispettare la polarità segnata sui condensatori. Il morsetto negativo (—) deve essere collegato a massa.

Notate dallo schema che il condensatore si carica al valore di picco dell'onda d'uscita, poi si scarica su R_1. Da quanto vi è noto sulle costanti di tempo, sapete già che aumentando il valore della capacità si ha un aumento della costante di tempo. In questo caso, aumentando C_1 si ha una scarica inferiore tra gli impulsi di uscita.
Questo provoca un aumento della tensione c.c. d'uscita ed una riduzione delle componenti c.a. Si dice che il condensatore ha *filtrato* l'uscita per eliminare la tensione c.a. e lasciare la tensione c.c.

RADDRIZZAMENTO

La caratteristica principale di un diodo è che esso consente alla corrente di fluire in un'unica direzione. Questa caratteristica è sfruttata per convertire la corrente alternata (c.a.) in corrente continua (c.c.).

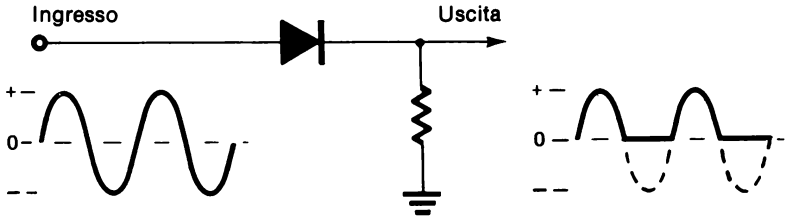
Normalmente la tensione di linea 220 Vca produce un'*onda sinusoidale* con ampiezza di circa 310V sia nella direzione positiva che in quella negativa.



Appena la tensione passa da una direzione all'altra, anche la corrente cambia direzione.

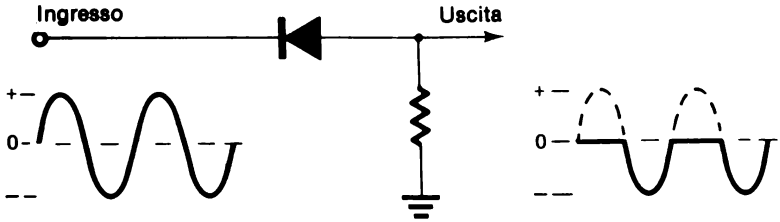
RADDRIZZAMENTO A SEMIONDA

Ponendo un diodo in un circuito c.a. si permetterà alla corrente di fluire per metà ciclo e si bloccherà la stessa nell'altra metà ciclo. La figura sotto mostra un circuito tipico con un ingresso c.a. e l'uscita che ne risulta.



Questo tipo di circuito è chiamato *rettificatore a semionda*. Come potete vedere, soltanto metà del segnale d'ingresso si ritrova sull'uscita.

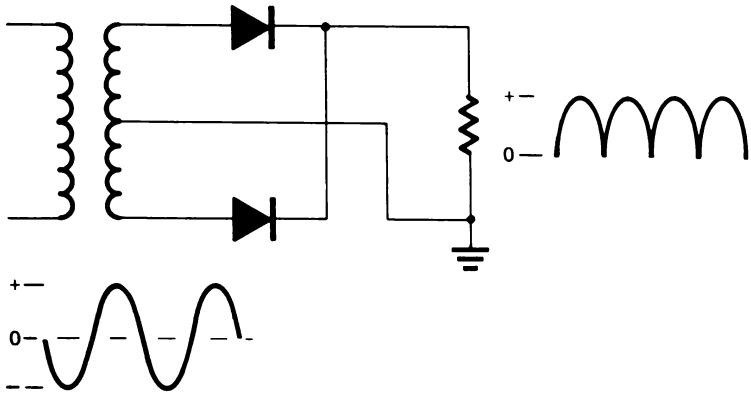
Rovesciando il diodo nel circuito, può bloccarsi la metà superiore del segnale, avendo così un'uscita negativa.



L'uscita risultante da questo tipo di circuito è costituita da una serie d'impulsi di corrente continua ed è chiamata corrente continua pulsante perchè non c'è un flusso di corrente costante.

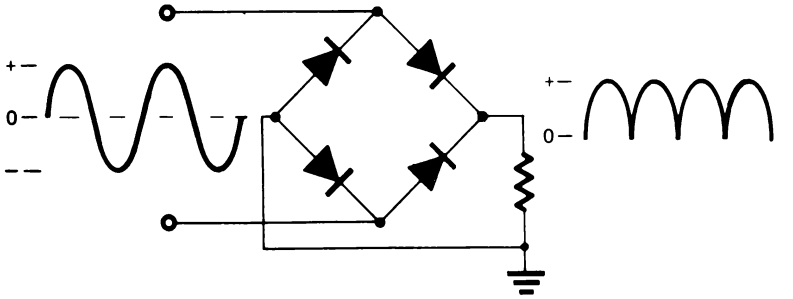
RADDRIZZAMENTO A ONDA INTERA

Il raddrizzamento a semionda sfrutta soltanto una metà dell'onda sinusoidale c.a. Usando un secondo diodo insieme con un trasformatore con presa centrale, si possono usare entrambe le metà dell'onda sinusoidale c.a.



Nel primo mezzo ciclo il diodo superiore è polarizzato direttamente consentendo alla corrente di passare attraverso il resistore di carico nella direzione positiva. Nel secondo mezzo ciclo la situazione è rovesciata e conduce il diodo inferiore mentre quello superiore è polarizzato inversamente. Entrambi le metà del ciclo si ritrovano all'uscita e il segnale d'uscita risultante è una c.c. pulsante. Questo tipo di raddrizzamento è chiamato *raddrizzamento a onda intera*.

Si può ottenere un raddrizzamento a onda intera senza l'uso del trasformatore, usando quattro diodi. Questo tipo di circuito è chiamato *raddrizzatore a ponte a onda intera*.



I raddrizzatori trovano molti impieghi in elettronica. L'uso più comune che vedrete è negli alimentatori. La tensione di linea c.a., a 230 Vca viene trasformata in una tensione più bassa. La c.a. viene poi raddrizzata in c.c. pulsante. La c.c. pulsante è poi filtrata e regolata in modo da avere una tensione c.c. costante, come quella fornita da vostro OA-3Designer.

Sommario

In questo capitolo avete imparato che i diodi possono bloccare il flusso di corrente in una direzione e lasciarlo passare sull'altra. Che la caduta di tensione su un diodo al silicio polarizzato direttamente è di circa 0,6V. Queste sono le cose fondamentali relative ai diodi che dovreste sapere e ricordare. I diversi circuiti e applicazioni in cui di diodi sono impegnati riflettono semplicemente queste caratteristiche fondamentali.

E' importante che ricordiate come devono essere i potenziali affinchè un diodo sia polarizzato direttamente o inversamente, in modo analogo, che siate capaci di associargli il simbolo schematico.

Tutte le volte che vedete un diodo con l'anodo positivo rispetto al catodo, dovreste essere in grado di dire che il diodo è polarizzato direttamente.

I diodi Zener sono un tipo speciale di diodo, che funzionano come ogni altro diodo nella polarizzazione diretta, ma che, nella polarizzazione inversa, bloccano la corrente soltanto quando la tensione è al di sotto del suo valore di zener. I diodi Zener sono tipicamente usati per la regolazione della tensione, perchè presentano una determinata caduta di tensione anche se varia il flusso di corrente sul diodo.

Questo chiude il capitolo sui diodi. Passate ai tests finali per valutare ciò che avete capito sugli argomenti presentati in questo capitolo.

TESTS FINALI

Istruzioni

I seguenti tests finali hanno lo scopo di determinare in che modo avete capito gli argomenti presentati nel capitolo. Svolgete il test finale # 1 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del test.

- Se avete risposto correttamente a tutte le domande avete una buona conoscenza degli argomenti trattati e potete passare direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato una o due risposte, dovete ripassare gli argomenti relativi a quelle risposte. Quando avrete capito perchè avete sbagliato le risposte e potrete rispondere correttamente, passerete direttamente al capitolo successivo.

- Se avete sbagliato più di due risposte, dovete ripassare tutti gli argomenti del capitolo. Se necessario, chiedete aiuto. Quando vi renderete conto di aver capito gli argomenti presentati, svolgete il Test Finale # 2 e poi confrontate le vostre risposte con quelle date alla fine del Test.

  Se siete capaci di rispondere esattamente a tutti i quesiti passate al capitolo successivo. Se sbagliate qualche risposta, continuate a ripassare finchè non capite gli argomenti presentati e poi passate al capitolo successivo.

CAPITOLO 10

TEST FINALE # 1

1.

Il catodo del diodo rappresentato sopra è:

☐ a. Il punto A

☐ b. Il punto B

☐ c. Il catodo non è mostrato nello schema

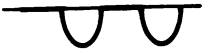
2. Usando il verso convenzionale della corrente, la corrente di un diodo polarizzato direttamente fluisce dell'anodo al catodo, vero o falso:

_____

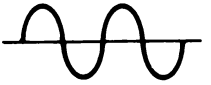
3. Il diodo del disegno è polarizzato inversamente vero o falso:_____

4. Quali delle seguenti rappresenta la forma d'onda più simile a quella che si avrebbe nel punto B di questo circuito.

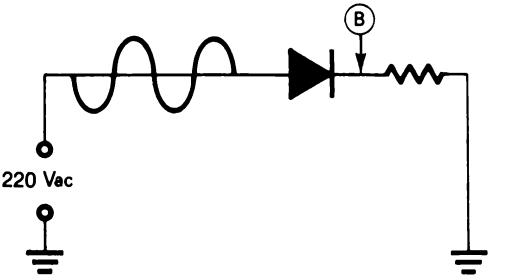
a.



b.



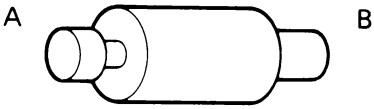
c.



5. Un diodo non fa passare la corrente quando è polarizzato inversamente. Vero o falso:_____

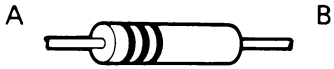
Identificate l'anodo dei seguenti diodi:

6. _____



Tipo M 500

7. _____

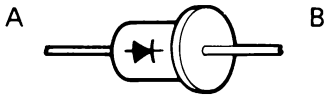


Vetro

8. _____

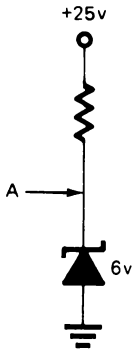
Plastico

9. _____



Metallico

10. Che tensione ci sarà nel punto A?



Risposta: _____

CAPITOLO 10

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. b
2. Vero
3. Falso
4. a
5. Vero
6. b
7. b
8. a
9. a
10. +6V

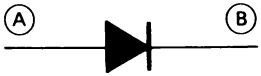
CAPITOLO 10

TEST FINALE # 2

1. L'anodo del diodo raffigurato è:

☐ a. Il punto A

☐ b. Il punto B

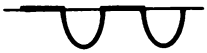


2. Usando il verso convenzionale, in un diodo polarizzato direttamente la corrente fluirà dal catodo all'anodo, vero o falso:_____

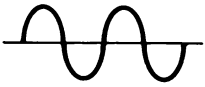
3. Il diodo del disegno è polarizzato direttamente vero o falso:_____

4. Quali delle seguenti rappresenta la forma d'onda più simile a quella che si avrebbe nel punto B di questo circuito?

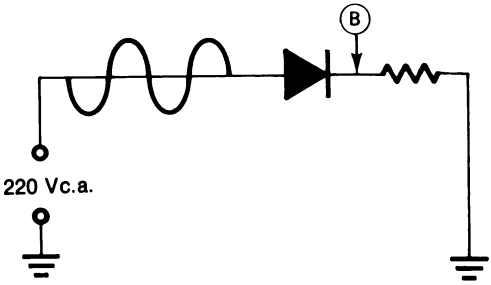
☐ a.



☐ b.



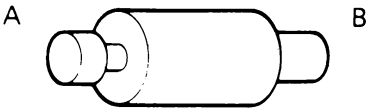
☐ c.



5. Un diodo polarizzato direttamente fa passare la corrente. Vero o falso:_____

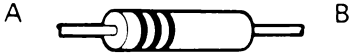
Identificate il catodo dei seguenti diodi:

6. _____



Tipo M 500

7. _____

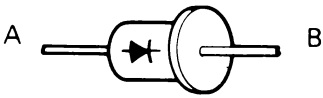


Vetro

8. _____

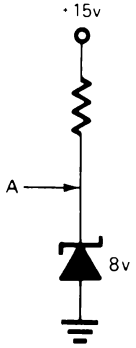
Plastico

9. _____



Metallico

10. Che tensione ci sarà nel punto "A"?



Risposta: _____

CAPITOLO 10

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. a
2. Falso
3. Vero
4. c
5. Vero
6. a
7. a
8. b
9. b
10. +8V

CAPITOLO 11
TRANSISTORI

TEST INIZIALE

Istruzioni

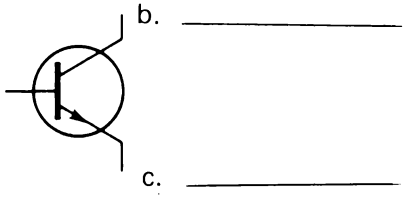
Questo è un test iniziale che ha lo scopo di verificare la vostra attuale conoscenza degli argomenti presentati in questo capitolo. Se avete già una conoscenza sufficiente di tali argomenti da permettervi di completare il test non facendo più di un errore, non avete bisogno di studiare questo capitolo. Però se sbagliate più di una risposta dovete studiare gli argomenti del capitolo.

Dopo aver completato il test, confrontate le vostre risposte con quelle date nella pagina che segue il test.

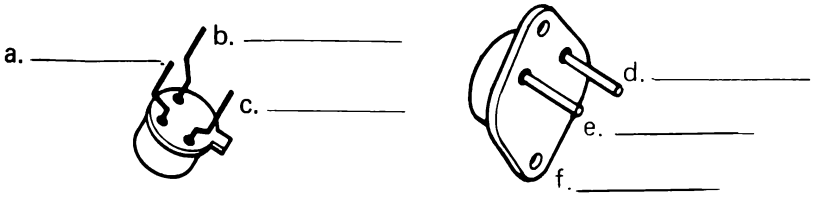
1. Dite se questi simboli schematici sono di un transistore NPN o di un transistore PNP.

a. _____ b. _____

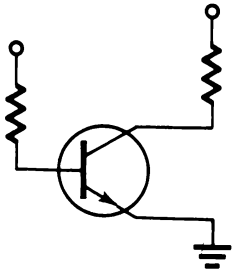
2. Contrassegnate le tre parti di questo transistore

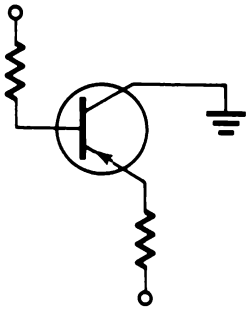


3. Identificate i terminali di questi transistori.



4. Dite se questi circuiti sono a collettore comune oppure a emettitore comune.





a. _____ b. _____

5. Associate le seguenti esposizioni.

1. Emettitore comune
2. Classe "A"
3. Classe "C"
4. Emitter Follower

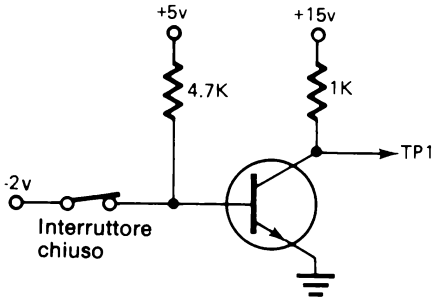
a. Guadagno di tensione e/o di corrente.

b. Funzione tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungere gli estremi.

c. Segnale d'uscita in fase con quello d'ingresso.

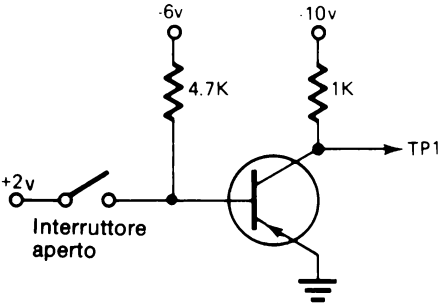
d. Funzione in saturazione ed interdizione.

6. Indicate se il transistore è in saturazione od in interdizione e dite quant'è la tensione d'uscita nel punto indicato.



a. Saturazione o interdizione _____

b. Tensione in TP 1 _____ V



c. Saturazione o interdizione _____

d. Tensione in TP 1 _____ V

CAPITOLO 11

RISPOSTE AL TEST INIZIALE

1. a. NPN
   b. PNP
2. a. Base
   b. Collettore
   c. Emettitore
3. a. Base
   b. Collettore
   c. Emettitore
   d. Emettitore
   e. Base
   f. Collettore
4. a. Emettitore comune
   b. Collettore comune
5. 1 – a
   2 – b
   3 – d
   4 – c
6. a. Interdizione
   b. +15
   c. Saturazione
   d. 0V

CAPITOLO 11
TRANSISTORI

INTRODUZIONE

Il transistore è un dispositivo a semiconduttore che ha rivoluzionato il mondo dell'elettronica. Esso è fondamentalmente un resistore variabile che può essere controllato dalla corrente applicata ad uno dei suoi elementi. In questo capitolo imparerete come funzionano i transistori e che cosa essi fanno nei diversi circuiti.

OBIETTIVI

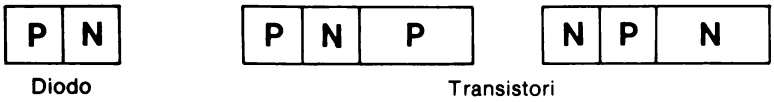
Alla fine del capitolo sarete capaci di:

- Riconoscere i simboli schematici di un transistore di tipo NPN e di tipo PNP.
- Chiamare emettitore, base e collettore le parti di un transistore.
- Riconoscere sui disegni di transistori e sui transistori veri quale è l'emettitore, la base e il collettore.
- Indicare il modo esatto di polarizzare un transistore sia PNP che NPN.
- Indicare la direzione del flusso della corrente in un transistore sia secondo il verso convenzionale che secondo quello del moto degli elettroni.
- Riconoscere un circuito ad emettitore comune e dire che con questo tipo di circuito sono possibili guadagni di tensione e di corrente.
- Riconoscere un circuito a collettore comune e stabilire che è vantaggiosa per il guadagno di corrente.
- Determinare se il transistore è in conduzione o no una volta assegnati gli schemi dei circuiti a transistore e le tensioni applicate.
- Dire qual'è la tensione d'uscita dei circuiti a transistore dove il transistore è in interdizione oppure in saturazione.
- Distinguere tra funzionamento in classe "A" ed in classe "C".

TRANSISTORI

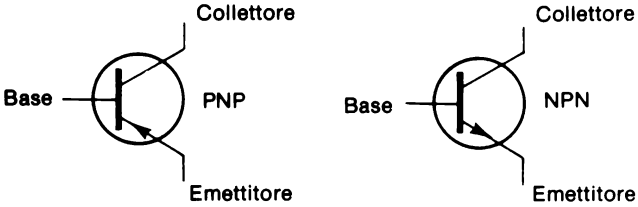
Nel capitolo precedente avete imparato che i diodi sono dispositivi a semiconduttori fatti di materiale di tipo-p e di tipo-n. Avete anche imparato che, con una polarizzazione appropriata, il diodo può condurre o bloccare la corrente. Un transistore è fondamentalmente un diodo con in più un'altra porzione di materiale semiconduttore.
Scoprirete che le stesse caratteristiche che permettono al diodo di lavorare (flusso di elettroni e movimento di lacune) sono applicabili anche al transistore.

La figura di sotto mostra la disposizione dei materiale di tipo-p ed n nel diodo e nel transistore. Notate che ci sono due modi in cui il materiale si può disporre. La giunzione P-N delle due parti più piccole funziona come un diodo e, come imparerete, controlla la conduzione del transistore.



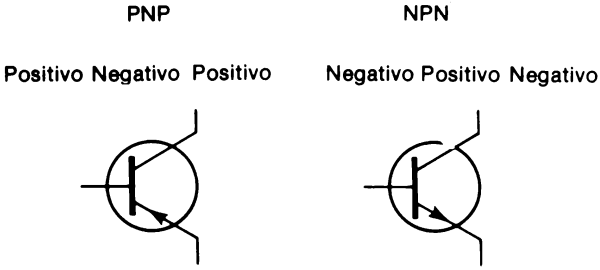
La disposizione del materiale semiconduttore determina il tipo di transistore, PNP oppure NPN.

Schematicamente i due tipi di transistori sono rappresentati come segue:



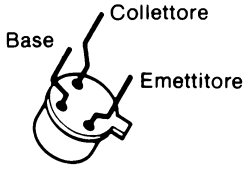
Un unico terminale è collegato a ciascuna sezione del materiale semiconduttore. Queste sezioni sono chiamate *emettitore, base e collettore*.

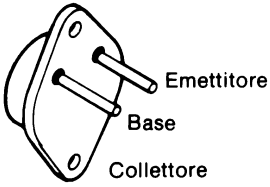
Notate che la direzione della freccia contraddistingue i due tipi di transistori.

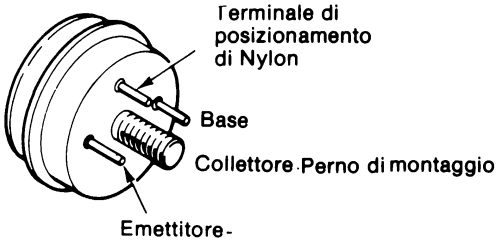


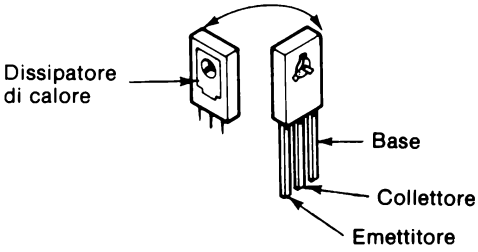
TIPI DI TRANSISTORI

Attualmente ci sono molti tipi diversi di transistori. Le caratteristiche specifiche di un dato transistore possono variare in funzione del tipo ed impiego, però tutti i transistori funzionano e sono polarizzati nello stesso modo. Fisicamente le dimensioni del transistore possono variare in funzione della potenza nominale. Qui sotto sono rappresentate le caratteristiche del contenitore di quattro transistori d'uso comune.









POLARIZZATORE DEL TRANSISTORE

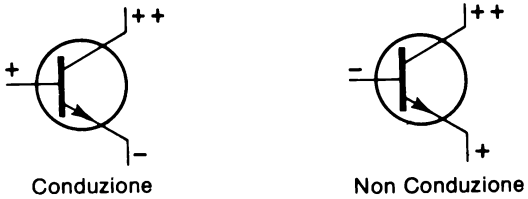
Il transistore è fondamentalmente un interruttore controllato elettricamente. Variando il potenziale elettrico della base rispetto all'emettitore il transistore passa in conduzione (ON) o in interdizione (OFF).

Quando il transistore conduce c'è una piccola quantità di corrente nel circuito emettitore/base. Questa corrente controlla la quantità di corrente che fluisce nel circuito emettitore/collettore. Normalmente la corrente del circuito emettitore/collettore è molto grande rispetto a quella del circuito emettitore/base.

Perchè un transistore conduca bisogna per prima cosa che sia polarizzato correttamente, cioè che ci sia giusta relazione tra i potenziali delle tre parti del transistore. La figura sotto mostra l'esatta relazione di potenziale tra l'emettitore, la base e il collettore del transistore. I transistori mostrati sono in conduzione.

Notate che la freccia che va dall'emettitore alla base è simile a un diodo e il suo anodo è positivo rispetto al catodo, come per il diodo che deve avere l'anodo positivo rispetto al catodo per essere polarizzato direttamente. I due simboli meno sul collettore del transistore PNP indicato che il collettore deve essere più negativo della base. Nello stesso modo, i due simboli più sul collettore del transistore NPN indicano che il collettore deve essere più positivo della base.

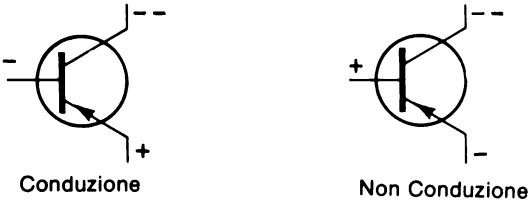
Variando il potenziale della base del transistore rispetto al potenziale dell'emettitore si può "spegnere", cioè fare interdire il transistore.



Il transistore NPN a sinistra è polarizzato in modo da essere in conduzione. La sua base è positiva rispetto all'emettitore. Il transistore NPN a destra ha la base negativa rispetto all'emettitore, per cui non conduce. Notate che il diodo emettitore-base è polarizzato direttamente nel transistore di sinistra, mentre è polarizzato inversamente in quello di destra.

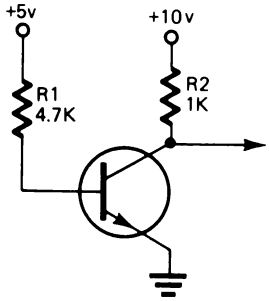
Questo fatto è la chiave fondamentale che vi consente di dire se un transistore è "on" oppure "off", in conduzione oppure in non conduzione. *Il diodo emettitore-base, con i potenziali applicati, è polarizzato direttamente o inversamente*?

Questa figura mostra un transistore PNP nello stato "on" ed "off".



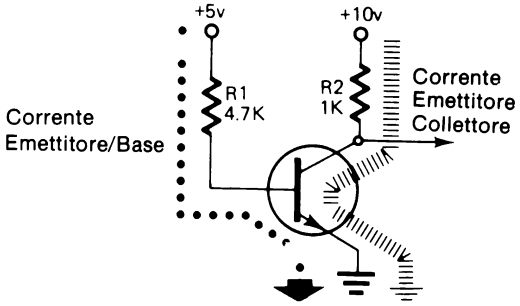
Notate anche qui la relazione tra i potenziali della base e dell'emettitore.

Nei circuiti reali non si può collegare direttamente il transistore ai potenziali diversi senza interporre qualche resistenza nel circuito. Il seguente è un circuito tipico che mostra un transistore NPN opportunamente collegato e polarizzato.



In questo circuito l'emettitore è collegato direttamente a massa. La base è collegata a +5V attraverso il resistore R_1 ed il collettore è collegato a +10V attraverso un'altro resistore, R_2. Poichè i +5V attraverso il resistore R_1 sono più positivi della massa, il diodo base-emettitore è polarizzato direttamente e questo transistore è in conduzione.

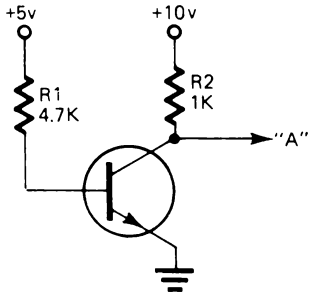
Riferendosi al verso convenzionale del flusso della corrente (da + a –), ci sarà un flusso di corrente da +5V attraverso R_1, attraverso il circuito emettitore/base polarizzato direttamente e verso massa. La corrente di questo circuito controllerà una corrente più grande attraverso il circuito emettitore/collettore che va da +10V verso massa.



Il valore della corrente nel circuito emettitore/base è limitato da R_1. Ricordate che un diodo al silicio polarizzato direttamente da una caduta di tensione di 0,6V. Se il diodo emettitore-base è perfettamente polarizzato direttamente, c'è anche una caduta di tensione di 0,6V. Questo fa si che rimangono 4,4V come caduta di potenziale sul resistore da 4,7 KΩ. Usando la legge di Ohm dovreste essere in grado di trovare la corrente che passa nel circuito emettitore/base. Per facilitare i calcoli, assumete R_1 pari a 4,4 KΩ. La vostra risposta deve essere abbastanza precisa.

Risposta: _____

Dovreste aver risposto 1 mA. In questo circuito, con i valori dei resistori dati 1 mA di corrente è sufficiente per portare il transistore completamente in "on", cioè in condizione.



Se il transistore è completamente in "on", si dice che è andato in *saturazione*. Quando accade ciò, si ha una resistenza interna molto piccola tra emettitore e collettore. Questo significa che si può avere una forte corrente nel circuito emettitore/collettore e che la maggiore parte della tensione applicata al circuito emettitore/collettore cade sulla resistenza esterna di quel circuito.

Nel circuito precedente, R_2 è la sola resistenza esterna del circuito emettitore/collettore. Ciò significa che la maggior parte dei +10V applicati al circuito cadrà su R_2.

Supponendo che la resistenza interna del transistore sia trascurabile, che tensione ci sarà sul collettore nel punto "A"?

Risposta _____

Dovreste aver risposto 0V oppure massa. Stando così le cose quant'è la corrente nel circuito emettitore/collettore?

Risposta _____

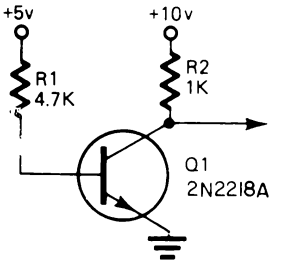
Dovreste aver risposto 10 mA.

ESPERIMENTO # 1

Scopo

Questo esperimento dimostra e verifica ciò che è stato finora spiegato.

Schema

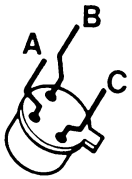


Passo 1

Trovate i transistori nel vostro corredo di Componenti BK-5. I numeri che identificano i transistori sono stampigliati sul loro contenitore. Trovate il transistore 2N2218A.

Identificate sul transistore l'emettitore, la base e il collettore.

Transistore, visto con i terminali rivolti verso l'alto.

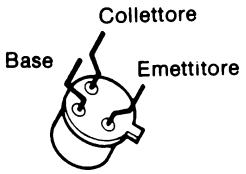


_____ Emettitore
_____ Base
_____ Collettore

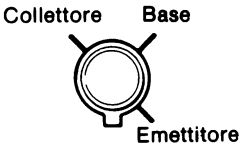
Con riferimento allo schema, che tipo di transistore è questo?

Risposta _____

Dovreste aver contrassegnato i morsetti del transistore come indicato qui sotto. Questo transistore è un Transistore NPN.



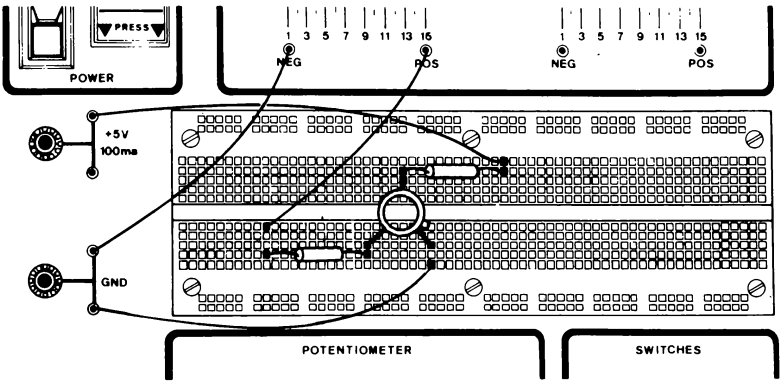
Visto da sotto



Visto da sopra

Passo 2

Costruite ora il circuito. Riferitevi alla figura qui sotto.



Passo 3

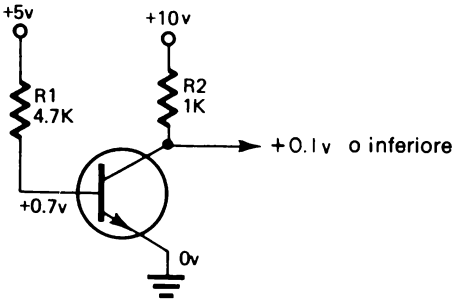
Fate le seguenti misure di tensione:

Emettitore _____ Base _____ Collettore _____

Dovreste aver trovato che l'emettitore è a massa oppure a 0V, la base a circa 0,6 oppure 0,7V ed il collettore a meno di 0,1V.

Queste tensioni concordano con quanto spiegato prima?

Riferitevi allo schema. Vedete che i +5V cadono su R_1 ed i +10V cadono su R_2. Questo significa che il transistore è in saturazione. Probabilmente avete notato una tensione di base leggermente al di sopra di 0,6V. E' normale.



Passo 4

Misurate ora la corrente nel circuito emettitore/base e nel circuito emettitore/collettore.

Emettitore/base.

Per fare questa misura interrompete il conduttore che va alla base e ponete lo strumento in serie con la base ed R_1.

Corrente emettitore/base _____ mA

Emettitore/collettore.

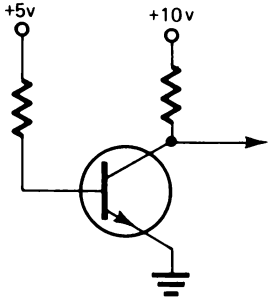
Per fare questa misura interrompete il conduttore che va al collettore e ponete lo strumento in serie al collettore ed a R_2.

Corrente emettitore/collettore _____ mA

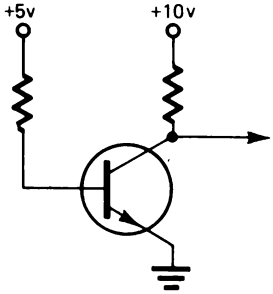
Dovreste aver misurato circa 1 mA nel circuito emettitore/base e 10 mA nel circuito emettitore/collettore. Questo circuito ha un guadagno di corrente di 10/1. Cioè 1 mA di corrente del circuito emettitore/base controlla 10 mA di corrente del circuito emettitore/collettore.

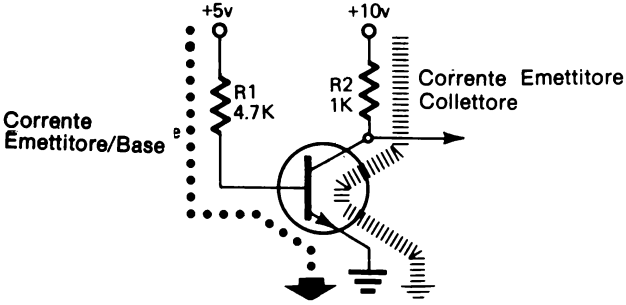
Passo 5

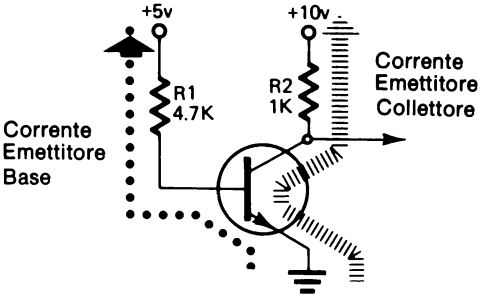
Adottando il verso convenzionale della corrente, segnate le frecce che indicano i percorsi della corrente nel transistore.



Adottando il verso del flusso degli elettroni, segnate le frecce che indicano i percorsi della corrente nel transistore.



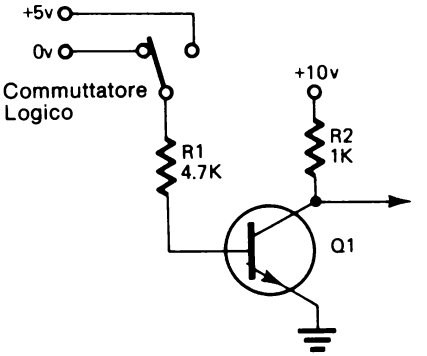




Il metodo che scegliete per descrivere il flusso della corrente nel transistore non comporta alcuna differenza. La cosa importante da ricordare è che la base deve essere positiva rispetto all'emettitore e che il collettore dovrebbe essere più positivo della base.

Passo 6

Ora collegate un commutatore logico al resistore R_1 della base.



Che cosa accade alla tensione di collettore quando il commutatore si sposta da 0V a +5V?

Interruttore logico a 0V _____ Interruttore a +5V _____
(collettore) (collettore)

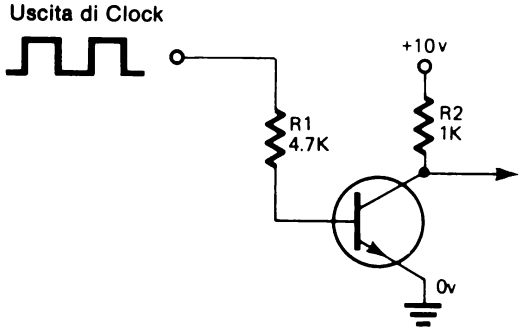
Quando l'interruttore logico è a 0V, la base è a 0V ed il transistore è off. Se il transistore è in *interdizione* (non conduce) il collettore è al potenziale di tensione applicato (+10V), in questo caso si dice che il transistor è *cutoff*.

Quando il commutatore logico è a +5V il circuito è come prima e il transistore sarà polarizzato in modo da condurre ed è in *saturazione*.

Passo 7

Collegate l'LR - 31 per avere onde quadre di 0 - +5V. Usate per C_2 un condensatore da 3,3μF e regolate il comando di frequenza sul centro della rotazione.

Togliete il collegamento che va al commutatore logico e mettetelo tra R_1 e l'uscita del clock. (CLOCK OUT).



Usando l'oscilloscopio, osservate l'uscita dal collettore.

Dovreste vedere che l'uscita del collettore commuta da 0V a +10V.

Passo 8

Usando oscilloscopio e tester, controllate la tensione sul collettore di Q1 ed all'uscita del clock.

Descrivete ciò che vedete. _____

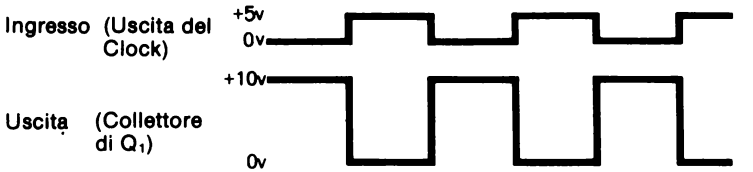
_____

_____

_____

_____

La cosa più importante che dovreste aver notato è che il segnale d'ingresso (uscita dal CLOCK) è sfasato di 180° rispetto al segnale d'uscita dal collettore di Q1. Cioè, quando l'ingresso è 0V, l'uscita è +10V e quando l'ingresso è circa +5V, l'uscita è 0V.



Dovreste anche aver notato che il segnale d'ingresso è stato *amplificato*. Cioè c'è stato un guadagno di tensione. Il segnale di ingresso ha un'ampiezza di 5V mentre il segnale d'uscita ha un'ampiezza di 10V.

Se cambiate la tensione applicata ad R_2 potete cambiare il valore del guadagno di tensione del circuito.

Variate la tensione applicata ad R_2 ed osservate la variazione sul segnale del collettore.

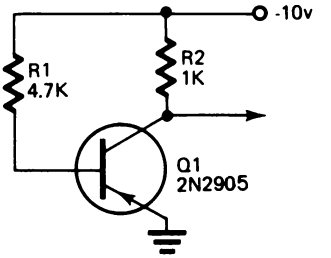
Questo completa l'Esperimento # 1.

ESPERIMENTO # 2

Scopo

Questo esperimento mostra il funzionamento e la polarizzazione di un transistore PNP.

Schema



Passo 1

La preparazione di questo esperimento è essenzialmente identica a quella del primo esperimento con eccezione del fatto che ora usate un transistore PNP che richiede valori differenti di tensione per polarizzarlo.

Allestite l'esperimento e regolate le tensioni come indicato nello schema di sopra. Il transistore usato in questo esperimento è un tipo PNP 2N2905.

Passo 2

Misurate la tensione sull'emettitore, sulla base e sul collettore.

Emettitore _____ Base _____ Collettore _____

Questo transistore è in interdizione o in saturazione?_____

Dovreste aver misurato 0V sull'emettitore, circa 0,7V sulla base e meno di 0,1V sul collettore. Questo transistore è in saturazione.

Che cosa dovreste fare per portare il transistore all'interdizione?_____

_____

Dovreste aver risposto: rendere la base più positiva dell'emettitore. Potreste portare la base allo stesso potenziale dell'emettitore e provocare ugualmente l'interdizione.

Passo 3

Collegate direttamente un ponte tra GND e la base.

Che cosa accade alla tensione del collettore?_____

_____

Dovrebbe essere variata a –10V.

Togliete il ponte.

Passo 4

Misurate la corrente nel circuito emettitore/base.

Corrente emettitore/base _____

Misurate la corrente nel circuito emettitore/collettore.

Corrente emettitore/collettore _____

Dovreste aver misurato circa 2 mA nel circuito emettitore/base e 10 mA nel circuito emettitore/collettore.

Usando la legge di Ohm dovreste essere in grado di calcolare questi valori.

Sommario

Il funzionamento di un transistore PNP è essenzialmente uguale a quello del transistore NPN. E' differente soltanto la relazione delle tensioni di polarizzazione. Se ricordate questi fatti, avete imparato le cose fondamentali del funzionamento del transistore.

- Un transistore condurrà nel circuito emettitore/collettore quando il diodo emettitore/base è polarizzato direttamente.

  NOTA: I valori delle resistenze esterne devono essere tali da consentire nel circuito un flusso di corrente sufficiente.

- Una piccola quantità di corrente nel circuito emettitore/base controllerà una grande quantità di corrente nel circuito emettitore/collettore.

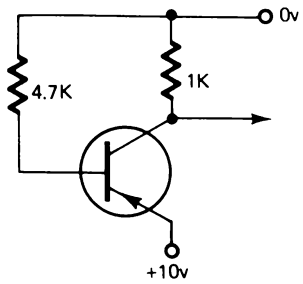
- Un transistore in saturazione avrà una piccolissima resistenza interna tra emettitore e collettore e quindi una piccolissima caduta di tensione.

- Un transistore sarà in interdizione quando non c'è alcuna differenza di potenziale sul diodo emettitore/base o quando il diodo emettitore/base è polarizzato inversamente.

RIPASSO

Nei seguenti circuiti determinate se i transistori sono in saturazione o in interdizione e che tensioni sono presenti sull'emettitore, sulla base e sul collettore. Dopo aver fatto ciò, montate ognuno di questi circuiti sul vostro breadboard e verificate le vostre risposte. Dite anche se il transistore è un NPN o PNP.

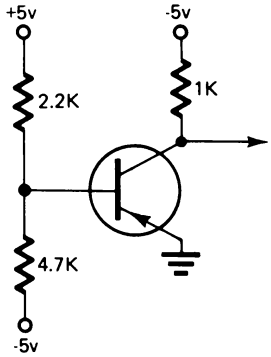
1.



Saturazione _____ NPN _____
Interdizione _____ PNP _____

Emettitore _____ V
Base _____ V
Collettore _____ V

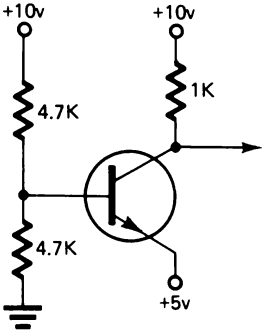
2.



Saturazione _____ NPN _____
Interdizione _____ PNP _____

Emettitore _____ V
Base _____ V
Collettore _____ V

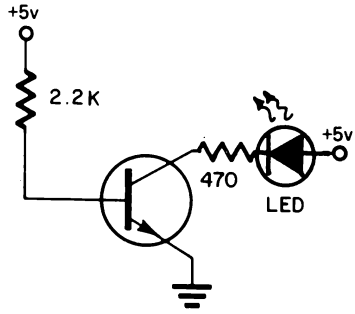
3.



Saturazione _____ NPN _____
Interdizione _____ PNP _____

Emettitore _____ V
Base _____ V
Collettore _____ V

4.



Saturazione _____ NPN _____
Interdizione _____ PNP _____

Emettitore _____ V
Base _____ V
Collettore _____ V

RISPOSTE

Le vostre misure di tensione possono essere leggermente diverse a causa delle variazioni di tolleranza dei componenti. Esse comunque dovrebbero essere vicine a quelle date.

1. Questo transistore è in saturazione. 0V è più negativo di +10V, per cui il diodo emettitore/base è polarizzato direttamente. Il transistore è un PNP.

   Tensione d'emettitore = +10V, di Base = +9,4V,
   di Collettore = +10V(+9,8V)

2. Questo transistore è in interdizione. Il partitore di tensione costituito dai resistori di 2,2 KΩ e 4,7 KΩ fa si che la base sia positiva. La tensione nel punto comune ai due resistori è di circa +2V. Il transistore è un PNP.

   Tensione d'emettitore = 0V, di Base = +2V,
   di Collettore = –5V

3. Questo transistore probabilmente sarà in interdizione. Il partitore di tensione porterà la base a +5V. Poichè questo è lo stesso potenziale dell'emettitore, il diodo emettitore/base non sarà polarizzato direttamente e il transistore sarà off. Comunque, se i due resistori non sono esattamente uguali, ci può essere una differenza sufficiente per portare il transistore lievemente in conduzione. Questo è un transistore NPN.

   Supponendo i due resistori uguali, dovreste avere queste misure di tensione.

   Emettitore = +5V Base = +5V Collettore = +10V

4. Questo transistore è in saturazione. Questo è un transistore NPN.

   Emettitore = 0V Base = +0,7V Collettore = 0V(+0,2V)

   Il LED dovrebbe essere acceso.

   Misurate il flusso di corrente nel circuito emettitore/base.

   Corrente emettitore/base _____

   Misurate il flusso di corrente nel circuito emettitore/collettore.

   Corrente emettitore/collettore _____

   Dovreste aver misurato circa 2 mA nel circuito emettitore/base ed 8 mA nel circuito emettitore/collettore.

CONTROLLO DI CORRENTE

Il transistore è un dispositivo controllato in corrente piuttosto che in tensione. Ciò può essere dimostrato dal fatto che l'emettitore/base è essenzialmente un diodo e che, una volta che esso è polarizzato direttamente, la caduta di tensione su di esso rimane virtualmente immutata anche se la corrente nel transistore può essere variata.

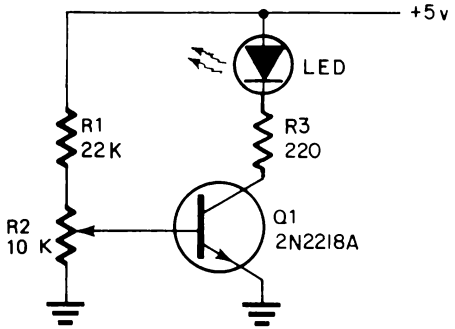
Il seguente esperimento mostrerà come è la corrente, piuttosto che la tensione, che controlla la conduzione di un transistore.

ESPERIMENTO # 3

Scopo

Questo esperimento dimostra come la corrente controlla la conduzione di un transistore.

Schema

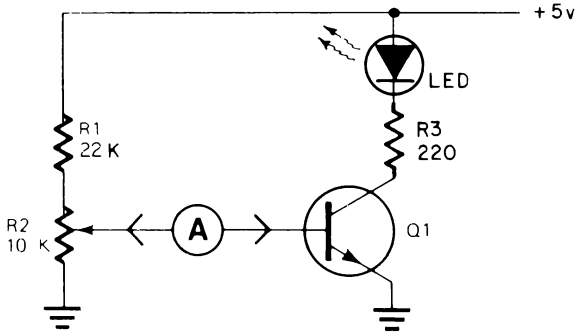


Passo 1

Costruite direttamente sul breadboard il circuito secondo lo schema dato sopra.

Passo 2

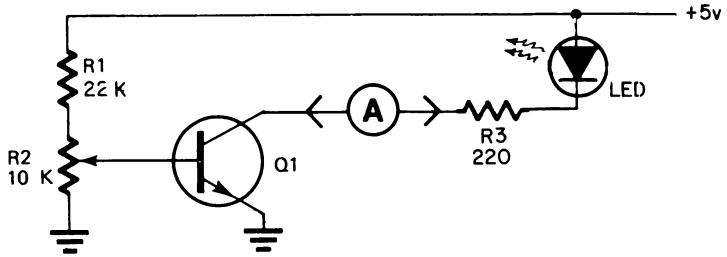
Collegate lo strumento in modo che possiate misurare la corrente emettitore/base.



Ora regolate il potenziometro (R_2) in modo che la corrente emettitore/base sia esattamente 0,05 mA.

Passo 3

Ora collegate lo strumento in modo da poter misurare la corrente emettitore/collettore.



Corrente emettitore/collettore _____ mA

Dovreste avere misurato una corrente di circa 5 mA nel circuito emettitore/collettore.

Questo è un rapporto di guadagno di corrente di 100/1. Cioè 1 mA di corrente del circuito emettitore/base controlla 100 mA di corrente del circuito emettitore/collettore.

Misurate la tensione di base. _____

Dovrebbe essere circa +0,6V.

Passo 4

Ripetete i passi 2 e 3, ma questa volta regolate R_2 in modo che la corrente emettitore/base sia di 0,1 mA.

Quant'è la corrente emettitore/collettore? _____

Quant'è la tensione di base? _____

Dovreste aver trovato che ora la corrente emettitore/collettore è 10 mA o il doppio di quella di prima, ma la tensione di base è ancora +0,6V. Aumentando la corrente nel circuito emettitore/base causate anche un aumento della corrente nel circuito emettitore/collettore.

La corrente nel circuito emettitore/collettore continuerà ad aumentare nello stesso rapporto di 100/1 finchè non si raggiunge la saturazione. A questo punto qualsiasi aumento di corrente nel circuito emettitore/base non provoca un incremento della corrente del circuito emettitore/collettore.

Passo 5

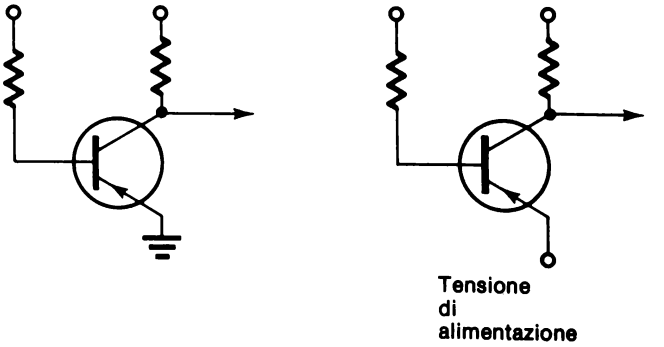
Reinserite lo strumento nel circuito emettitore/base ed osservate la variazione di corrente, spostando il potenziometro in su e in giù. Potete visualizzare la variazione di corrente del circuito emettitore/collettore mediante l'intensità del LED.

Sommario

Da questo esperimento dovreste aver capito che il transistore è un dispositivo controllato in corrente. Variando la corrente dell'emettitore/base potete proporzionalmente controllare la corrente dell'emettitore/collettore. Questa affermazione è vera finchè il transistore non va in saturazione.

CIRCUITI A EMETTITORE COMUNE

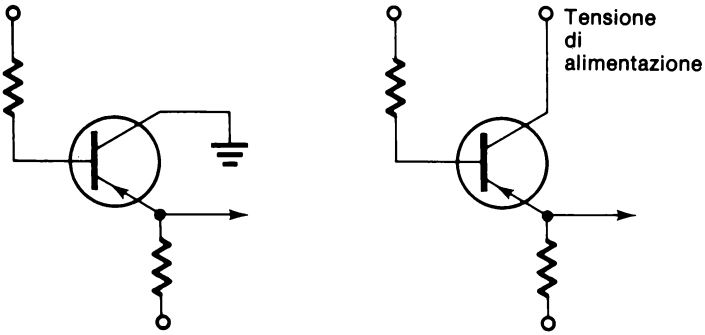
Tutti i circuiti che avete visto finora sono stati circuiti a *emettitore comune*. Cioè gli emettitori sono sempre stati collegati direttamente ad una tensione di riferimento o a massa, mentre la base e il collettore sono stati alimentati attraverso qualche resistenza.



I circuiti ad emettitore comune hanno il vantaggio di essere capaci di fornire sia guadagno di tensione che di corrente. Il valore del guadagno dipende dalle caratteristiche specifiche del transistore e dai valori dei resistori usati. Un dato circuito può avere un forte guadagno di tensione, ma un basso guadagno di corrente oppure un guadagno di corrente con un modesto guadagno di tensione.

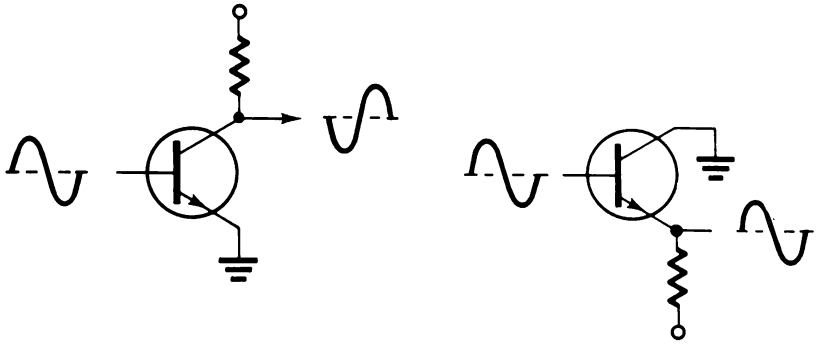
CIRCUITI A COLLETTORE COMUNE

Un'altra configurazione comunemente usata è il circuito a *collettore comune*. Un circuito a collettore comune ha il collettore del transistore collegato direttamente ad una tensione di riferimento o a massa. La base e l'emettitore riceveranno le loro tensioni attraverso determinate resistenze.



I circuiti a collettore comune si usano dove necessita un alto guadagno di corrente. Con questi circuiti non si ha nessun guadagno di tensione, infatti si ha una leggera perdita.

Un altro nome del circuito a collettore comune è *emitter follower*. Questo nome si riferisce al segnale sull'emettitore in relazione a quello della base. Ricorderete che in un circuito a emettitore comune l'uscita era presa sul collettore ed era sfasata di 180° rispetto al segnale d'ingresso sulla base. In un circuito a collettore comune l'uscita è presa sull'emettitore e il segnale è in fase con l'ingresso. L'emettitore *insegue* la base.



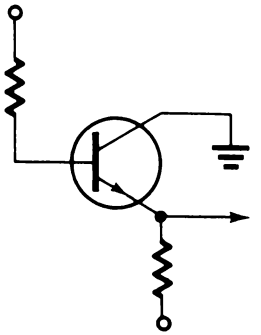
Emettitore Comune

Collettore Comune

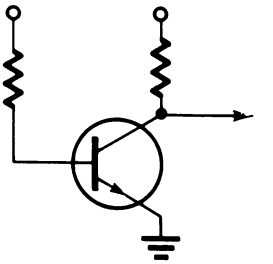
RIPASSO

1. Stabilite se i seguenti circuiti sono a emettitore comune o a collettore comune.

a.



b.



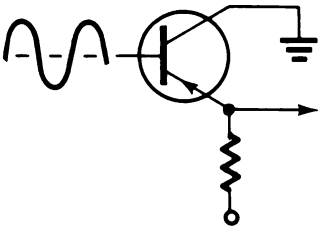
_____ _____

2. Quando un circuito ha l'uscita sull'emettitore, come è chiamato?

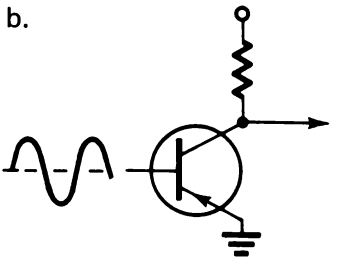
_____

3. Disegnate, per questi circuiti, le forme d'onda del segnale d'uscita relativamente a quello d'ingresso.

a.



b.



_____ _____

4. Un circuito a collettore comune fornisce:

☐ a. Guadagno di corrente ☐ b. Guadagno di tensione

☐ c. Guadagno di corrente e/o di tensione

5. Un circuito a emettitore comune fornisce:

   ☐ a. Guadagno di corrente ☐ b. Guadagno di tensione

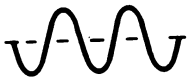
   ☐ c. Guadagno di corrente e/o di tensione

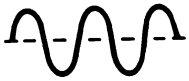
RISPOSTE

1. a. Collettore comune

   b. Emettitore comune

2. Circuito emitter follower

3. a. Ingresso Uscita 

   b. Ingresso Uscita 

   (il segnale è invertito)

4. a. Guadagno di corrente

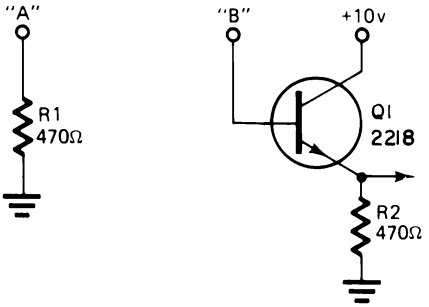
5. c. Guadagno di corrente e/o di tensione

ESPERIMENTO # 4

Scopo

Questo esperimento mostra la capacità di guadagno di corrente di un circuito a collettore comune e perchè a volte il circuito è chiamato emitter follower.

Schema



Passo 1

Preparate il circuito come mostrato nello schema.

Collegate l'LR - 31 per avere onde quadre da 0V a +5V. Usate per C_2 un condensatore da 0,033μF e regolate il comando della frequenza sulla posizione centrale della rotazione.

Usate l'oscilloscopio per misurare l'ampiezza del segnale d'uscita del clock (CLOCK OUT).

Uscita del CLOCK _____V

Inizialmente il segnale d'uscita del CLOCK sarà +5V.

Passo 2

Collegate un ponte tra il CLOCK e il punto "A" di R_1.

Qual'è ora l'ampiezza del segnale?

Uscita del CLOCK in "A" _____V.

Dovrebbe essere circa 0,2V.

Il carico dato da R_1 determina la riduzione del segnale.

Passo 3

Calcolate la potenza del segnale del CLOCK (Ricordate la formula della potenza del Capitolo 4).

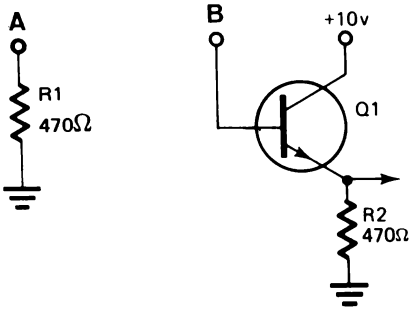
Risposta _____W

Se il segnale del CLOCK ai capi di R_1 è 0,2V, la corrente su R_1 sarà circa di 0,43 mA.

Usando la formula della potenza P = I x E, la potenza d'uscita del CLOCK è 0,085 mW.

Passo 4

Disinserite il ponte da "A" e collegatelo al punto "B" che è base di Q_1.



Misurate l'ampiezza del segnale del CLOCK nel punto "B".

Segnale in "B".

Dovrebbe essere vicino a 4V. Questa è una piccolissima diminuzione del segnale relativamente a quello che si ha senza carico.

Passo 5

Osservate il segnale sull'emettitore di Q_1.

Quant'è l'ampiezza del segnale sull'emettitore?_____V.

Il segnale è in fase o no con quello d'ingresso?_____

L'ampiezza del segnale dovrebbe essere circa 3,6V. Essa è leggermente inferiore a quella del segnale d'ingresso. Un circuito emitter follower ha un guadagno di tensione tipico di 0,9.

Il segnale d'uscita è in fase con quello d'ingresso. Il segnale dell'emettitore segue quello di base.

Passo 6

Calcolate la corrente su R_2.

Risposta_____ mA

La corrente dovrebbe essere circa 7,7 mA.

Passo 7

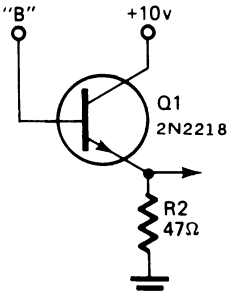
Calcolate la potenza dissipata su R_2.

Risposta_____ W.

Dovreste aver calcolato una potenza di circa 28 mW. Confrontando la potenza del segnale d'uscita del CLOCK con quella che si ha usando questo circuito emitter follower, avete quasi un guadagno di 300/1 con una piccola riduzione del segnale d'ingresso.

Passo 8

Variate il valore di R_2 da 470Ω a 47Ω.



Osservate la variazione del segnale d'ingresso e il segnale d'uscita.

Qual'è l'ampiezza del segnale d'uscita?_____V.

Quant'è la corrente attraverso R_2 ?_____mA.

Quant'è la potenza dissipata da R_2 ?_____mW.

L'ampiezza del segnale d'uscita cala a circa 1,5V.

La corrente su R_2 è ora di circa 32 mA e la dissipazione di potenza è di circa 48 mW.

Osservate che anche se c'è stata una perdita in tensione, l'aumento in corrente ha portato a un guadagno totale di potenza.

Sommario

Un circuito a collettore comune, detto anche circuito emitter follower, da un guadagno di corrente e potenza con un leggero calo di tensione.

Il segnale che si ha sull'uscita (emettitore) dell'emitter follower è in fase con quello d'ingresso.

AMPLIFICATORI IN CLASSE "A" e "C"

Amplificatori in classe "C"

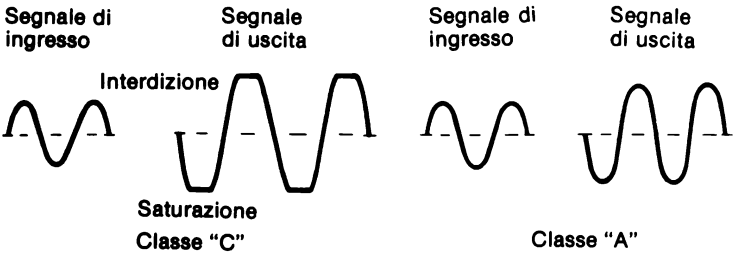
Tutti i circuiti a transistore finora visti sono stati fondamentalmente circuiti commutatori. Cioè i transistori sono stati polarizzati o all'interdizione o alla saturazione. Questo tipo di funzionamento del transistore è chiamato amplificazione in classe "C". Gli amplificatori in classe "C" sono usati molto in elettronica nelle applicazioni di elaborazione dati.

La cosa importante da ricordare sugli amplificatori in classe "C" è che il transistore ha due modi di funzionamento, interdizione e saturazione.

Amplificatori in classe "A"

In molti circuiti si richiede che il transistore funzioni nell'intervallo tra l'interdizione e la saturazione senza raggiungerla. Questo tipo di funzionamento del transistore è chiamato amplificazione in Classe "A". Gli amplificatori in Classe "A" sono usati nei circuiti di regolazione degli alimentatori. Sono anche usati nei circuiti radio, TV ed audio.

La figura sotto mostra cosa succede ad un segnale in ciascun tipo di amplificatore.



Come vedete il segnale d'ingresso è un'onda sinusoidale. Quando questo segnale entra in un alimentatore in Classe "C", l'uscita va alla saturazione e poi all'interdizione. Una parte del segnale sopra e sotto viene tagliata.

In un amplificatore in Classe "A" lo stesso segnale è amplificato interamente. Cioè sull'uscita si ritrova tutto il segnale senza distorsioni o tagli.

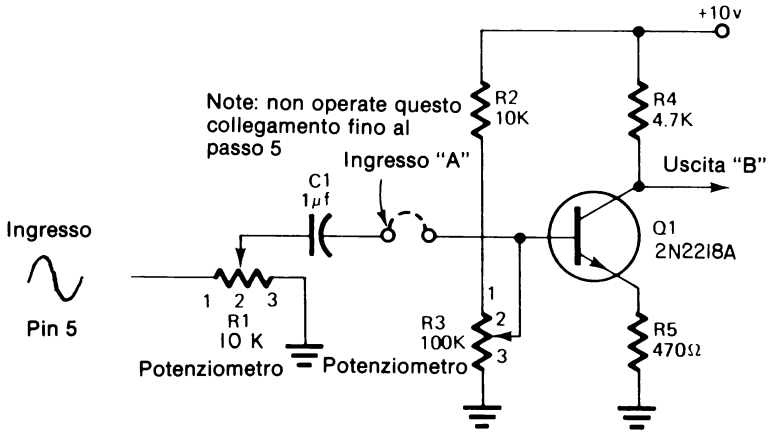
Il seguente esperimento mostrerà entrambi i tipi di amplificazione.

ESPERIMENTO # 5

Scopo

Questo esperimento mostra gli amplificatori in Classe "A" e "C" e la relazione esistente tra il guadagno di tensione ed il valore della resistenza usata.

Schema



Passo 1

Preparate l'esperimento come segue:

- Collegate l'LR - 31 per avere in uscita un'onda sinusoidale. Usate per C_2 un condensatore di 0,033μF e ponete il comando di frequenza sulla posizione centrale della rotazione.

- Approntate il resto dell'esperimento secondo lo schema. Non collegate C_1 ad R_3 finchè non vi sarà detto di farlo.

Passo 2

Collegate la sonda dell'oscilloscopio sul punto "A".

Variando R_1 potete aumentare o diminuire l'ampiezza del segnale d'ingresso. Notate che il segnale è un'onda sinusoidale invece che un'onda quadra.

Regolate il segnale d'ingresso in modo che la sua ampiezza sia di 0,1V.

Passo 3

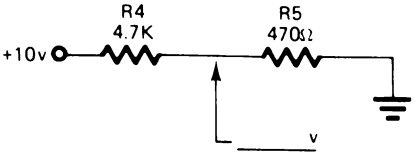
Collegate la sonda dell'oscilloscopio con il punto "B".

Variando R_3 potete regolare la tensione di polarizzazione della base del

transistore. Troverete che l'uscita può variare dalla interdizione (+10V) alla saturazione (+1V).

I due resistori R_4 ed R_5 funzionano come un partitore di tensione.

Che tensione vi aspettereste di avere tra R_4 ed R_5 se essi fossero collegate direttamente tra di loro, invece che attraverso Q_1 ?



Se arrotondate i valori a 4,5 KΩ ed a 0,5 KΩ, la resistenza totale è 5Ω. Una caduta di tensione di 10V su 5 KΩ dà una corrente di 2 mA. I 2 mA forniscono una caduta di tensione di 9V sul resistore di 4,5 KΩ, lasciando una caduta di 1V su R_5. Questo è il +1V che vedete sull'uscita di Q_1, quando il transistore è in saturazione.

Passo 4

R_3 controlla la tensione di polarizzazione della base di Q_1. Variate R_3 in modo che la tensione sul collettore sia di +5V.

In questa situazione il transistore funziona nel punto centrale del suo intervallo di conduzione in questo circuito.

Sapete che R_4 è 4,7 KΩ e da una caduta di tensione di 5V. Sapete anche che il valore di R_5 è 1/10 di R_4. Non considerando la corrente di base, che tensione vi aspettereste di vedere sull'emettitore di Q_1 ?

Risposta _____

Dovreste aver risposto 0,5V. 0,5V è 1/10 dei 5V che cadono su R_4.

Usate l'oscilloscopio per controllare questa tensione.

Passo 5

Fate il collegamento tra C_1 ed R_3 (estremo 3 di R_3).

Questo collega il segnale d'ingresso alla base di Q_1.

Passo 6

Osservate ora il segnale d'uscita con l'oscilloscopio. Se avete un oscilloscopio a doppia traccia fate in modo che il segnale d'ingresso sia visualizzato dal canale 1 e l'uscita dal canale 2.

Canale 1	Volts/Division = 0,1
Canale 2	Volts/Division = 1

Descrivete il segnale d'uscita:

_____

_____

_____

_____

I punti importanti che dovreste aver notato sono:

- Il segnale d'uscita è stato amplificato. Il segnale d'ingresso di ampiezza 0,1V è confrontato con il segnale d'uscita di ampiezza 1V.
- Il segnale d'uscita è invertito rispetto al segnale d'ingresso.
- Il transistore funziona in Classe "A".
- Il guadagno del circuito è di 10 a 1.

Il guadagno del segnale è controllato dai valori di R_4 ed R_5. Noterete che R_4 è dieci volte più grande di R_5.

Passo 7

Eseguite questo passo solo se disponete di un oscilloscopio a doppia traccia che ha la possibilità di invertire uno dei segnali.

Se usate l'oscilloscopio 422 della Tektronic, c'è un comando per invertire il segnale del canale 2. Inserite il pulsante INVERT disposto sotto il comando Vertical Position. Questo fa si che il segnale sia invertito ed appaia in fase col segnale di ingresso sul Canale 1.

Usando il comando vertical position, regolate le due traccie in modo che un segnale sia direttamente sopra l'altro.

Se avete sistemato il Volts/Div come detto nel Passo 6, i due segnali saranno esattamente uguali. Ciò comprova che l'amplificatore lavora in modo esatto e amplifica il completo. Ci può essere una piccola variazione dovuta alle differenze di tolleranza dei componenti.

Passo 8

Variate R_1. Questo varierà l'ampiezza del segnale d'ingresso.

Che cosa succede al segnale d'uscita?

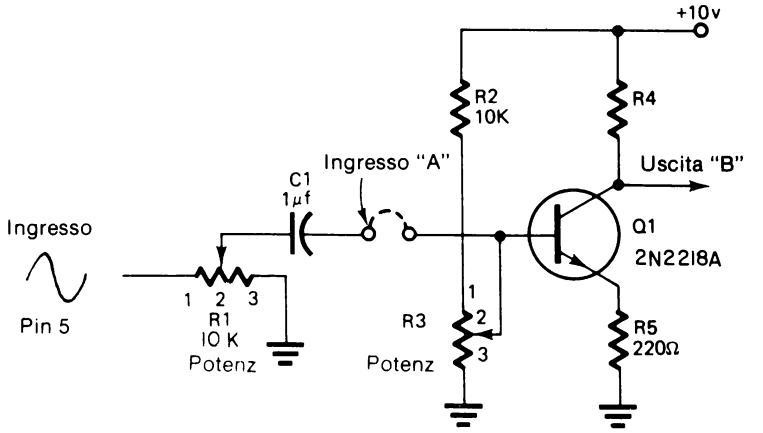
Il segnale d'uscita varierà in modo direttamente proporzionale al segnale d'ingresso.

Riportate il segnale d'ingresso ad un'ampiezza di 0,1V.

Passo 9

Nel passo 6 avete detto che il guadagno del circuito era controllato da R_4 ed R_5. Per provare ciò, variate R_5 da 470Ω a 220Ω.

Dopo questo cambiamento qual'è il rapporto tra R_4 ed R_5?_____



Il rapporto è ora di circa 20 a 1. Questo significa che il segnale d'uscita sarebbe circa 20 volte più grande del segnale d'ingresso.

Usate l'oscilloscopio per verificare ciò.

Può essere necessario risistemare la polarizzazione della base di Q_1. Per fare ciò:

- Disinserite il segnale d'ingresso togliendo il collegamento fatto tra C_2 ed R_3.
- Regolate R_3 in modo che la tensione di collettore di Q_1 sia +5V.
- Reinserite il segnale d'ingresso.

La regolazione precedente deve essere fatta ogni volta che cambiate i valori dei componenti del circuito.

Avete trovato un rapporto di guadagno di 20 a 1?_____

Funziona il circuito ancora in Classe "A"?_____

Il circuito dovrebbe funzionare ancora in classe "A".

Passo 10

Aumentate il segnale d'ingresso ed osservate l'uscita.

Descrivete l'uscita.

_____

_____

_____

_____

Il circuito funziona in Classe "A"?_____

Aumentando il segnale d'ingresso comincerete a vedere un certo appiattimento del segnale o in alto o in basso.
Il circuito è sovrapilotato. Il transistore si avvia a funzionare al di fuori dell'intervallo di funzionamento in Classe "A".

Passo 11

Ora regolate l'ingresso al massimo e osservate il segnale d'uscita.

Il circuito funziona in Classe "A"? _____

Ora dovreste vedere un appiattimento definitivo di questo segnale in alto e in basso. Il segnale d'ingresso porta il transistore in saturazione ed in interdizione. Il circuito non funziona più in Classe "A"; esso funziona in Classe "C".

Qual'è il livello della tensione all'interdizione? _____

Qual'è il livello della tensione alla saturazione? _____

La tensione all'interdizione è +10V e alla saturazione è =0,2V, risultato del partitore (R_4 ed R_5).

Passo 12

Riportate il segnale d'ingresso a 0,1V. Ciò dovrebbe portare il circuito a rifunzionare nell'intervallo della Classe "A".

Collegate la sonda dell'oscilloscopio sull'emettitore.

Descrivete il segnale visto sull'emettitore. _____

_____

_____

Dovreste vedere un segnale leggermente più piccolo del segnale d'ingresso ed in fase con esso.

Un amplificatore in Classe "A", con il segnale prelevato dall'emettitore, può essere usato come emitter follower. Questo da un guadagno di potenza invece che un guadagno di tensione come detto prima.

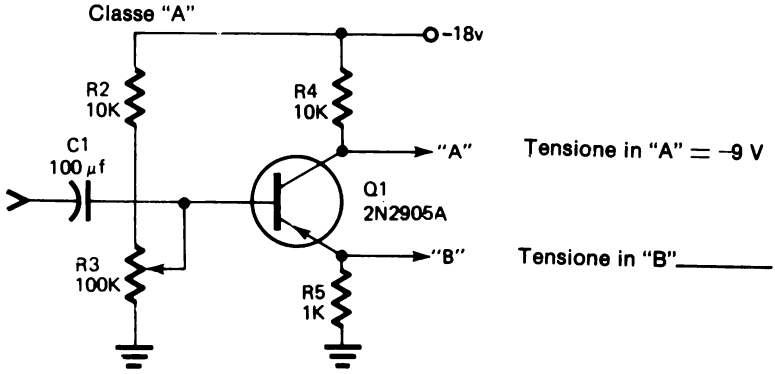
Sommario

Un amplificatore in Classe "A" da guadagno di tensione e di corrente. Il rapporto del guadagno è funzione dei valori delle resistenze impiegate e delle caratteristiche del transistore.

Un circuito è detto in Classe "A" se il transistore rimane tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungerle. Il circuito diventa un amplificatore in Classe "C" quando il transistore è pilotato dall'interdizione alla saturazione.

RIPASSO

1. Quant'è la tensione nel punto "B"?



2. Che guadagno di tensione da il circuito qui sopra?

   Risposta

3. Dato il segnale d'ingresso del circuito di sopra, disegnate l'uscita. Mostrare la fase e l'ampiezza della tensione.

   Ingresso 0,2v

   Uscita in "A"

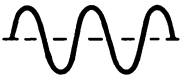
   Uscita in "B"

RISPOSTE

1. Poichè R_4 è 10 volte più grande di R_5 la caduta di tensione su R_4 sarà 10 volte più grande. La caduta di tensione su R_4 è 9V, sicchè quella su R_5 sarà 1/10 o 0,9V.

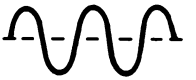
2. Il guadagno di tensione sarà di 10 a 1. Esso è determinato dal rapporto tra R_4 ed R_5.

3. Ingresso 0,2v



Uscita in "A" 2v

Uscita in "B" 0,18v



Sommario

Questo capitolo ha fornito un'introduzione ed una spiegazione di base sui transistori e il loro funzionamento. Riconsiderate gli obiettivi riportati all'inizio del capitolo. Se potete rispondere a tutti quegli obiettivi, avete una buona conoscenza e avete capito i transistori.

Ora svolgete il Test Finale e valutate la vostra conoscenza dei transistori.

ISTRUZIONI PER SVOLGERE I TESTS FINALI

In questo capitolo ci sono due Tests Finali. Per prima cosa svolgerete il Test Finale # 1. I risultati di questo test diranno se potrete svolgere il secondo test.

Dopo aver completato il Test Finale # 1, confrontate le vostre risposte con quelle date nella pagina che segue il test. Se non fate più di due errori passate alle istruzioni per la prova finale. Se però fate più di due errori ripassate gli argomenti di questo capitolo e poi svolgete il Test Finale # 2.

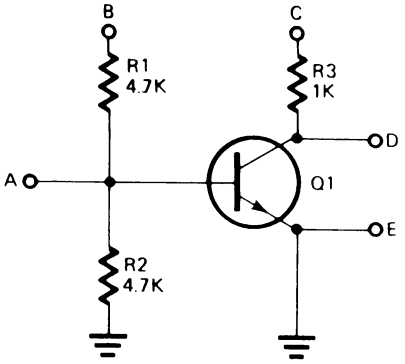
Se fate ancora più di due errori ripassate questo capitolo. Svolgete ancora il Test Finale # 1. Continuate questa sequenza di ripasso/svolgimento del test finchè non completate il test facendo meno di due errori.

Voltate pagina e svolgete il Test Finale # 1.

CAPITOLO 11

TEST FINALE NUMERO 1

Rispondete alle seguenti domande riferendovi a questo schema.



1. Che tipo di transistore è Q_1 ?

   a. NPN

   b. PNP

2. Questo circuito è un:

   a. circuito a emettitore comune

   b. circuito a collettore comune

3. Quali delle seguenti tensioni, se applicate ai punti "B" e "C", polarizzerà appropriamente Q_1 in modo che conduca?

   a. B = –15V C = –15V

   b. B = –10V C = +15V

   c. B = +20V C = +20V

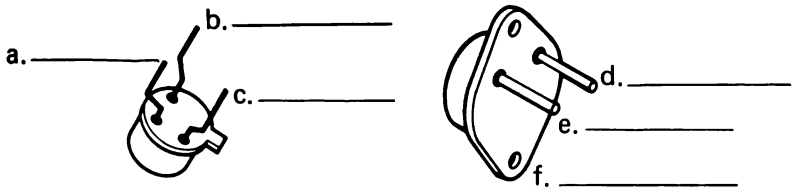
   d. B = 0V C = +10V

4. Se nei punti "B" e "C" è applicata la tensione di +24V, che tensioni ci saranno nei punti "A" e "D"?

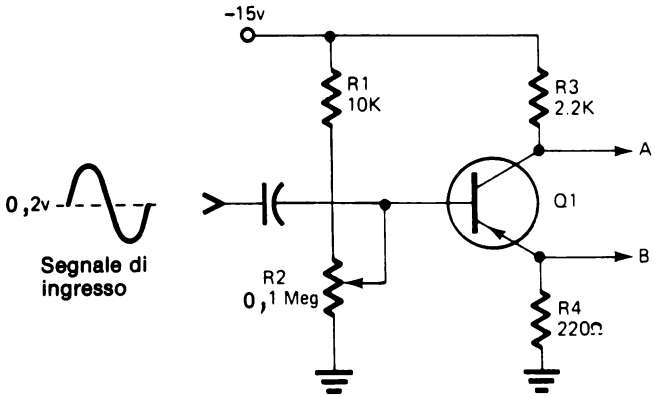
   a. A = _____

   b. D = _____

5. Identificate i terminali di questi transistori;



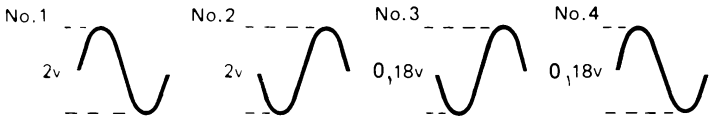
Rispondete alle seguenti domande riferendovi a questo schema.



6. Che tipo di transistore è questo?

   a. NPN b. PNP

7. Supponendo che questo sia un amplificatore in classe "A", quali dei seguenti segnali vi aspetterete di vedere:



a. Nel punto A _____ b. Nel punto B _____

8. Associate tra loro le seguenti espressioni:

_____ 1.	Guadagno di tensione e/o guadagno di corrente.	a. Collettore comune
_____ 2.	Funziona in saturazione ed in interdizione.	b. Classe "A"
_____ 3.	Funziona tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungerla.	c. Emettitore comune
_____ 4.	Guadagno di corrente.	d. Classe "C"

CAPITOLO 11

RISPOSTE AL TEST FINALE # 1

1. a
2. a
3. c
4. A = +0,6V

   D = 0V (+0,2V) Il transistore è in saturazione
5. a. Base

   b. Collettore

   c. Emettitore

   d. Emettitore

   e. Base

   f. Collettore
6. b
7. a. Nel punto A = No. 2.

   b. Nel punto B = No. 4
8. 1 – c

   2 – d

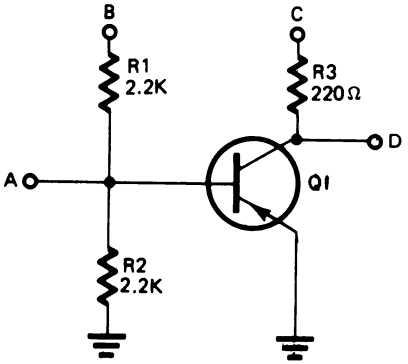
   3 – b

   4 – a

CAPITOLO 11

TEST FINALE # 2

Rispondete alle seguenti domande riferendovi a questo schema:



1. Che tipo di transistore è Q_1 ?

   a. NPN

   b. PNP

2. Questo circuito è un:

   a. Circuito a emettitore comune

   b. Circuito a collettore comune

3. Quali delle seguenti tensioni, se applicata nei punto "B" e "C", polarizzeranno appropriamente Q_1 in modo che esso conduca?

   a. B = +10V C = +10V

   b. B = +12V C = –20V

   c. B = 0V C = –15V

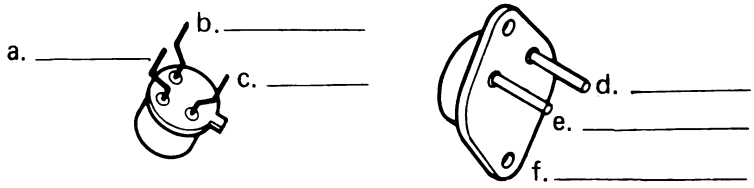
   d. B = –10V C = –10V

4. Se nei punti "B" e "C" è applicata una tensione di −14V, che tensioni ci saranno in "A" e "D"?

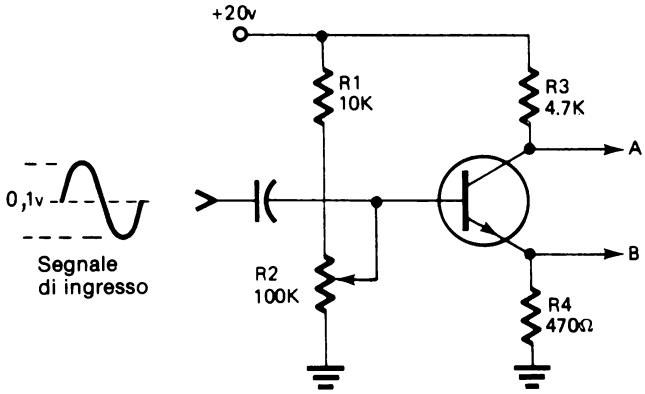
   Tensione in "A" _____

   Tensione in "D" _____

5. Identificate i terminali di questi transistori.



Rispondete ai seguenti quesiti riferendovi a questo schema:

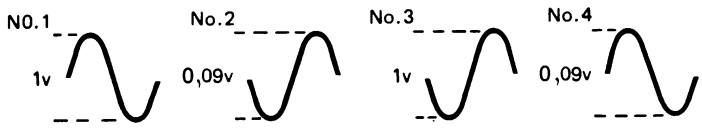


6. Che tipo di transistore è questo?

   a. NPN

   b. PNP

7. Supponendo che questo sia un amplificatore in classe "A", correttamente polarizzato, quali dei seguenti segnali vi aspetterete di vedere nel:



Punto "A" _____

Punto "B" _____

8. Associate tra loro le seguenti esposizioni:

1. Funziona tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungerle.	a. Collettore comune
2. Guadagno di corrente.	b. Classe "A"
3. Funziona in saturazione ed in interdizione.	c. Classe "C"
4. Guadagno di corrente e/o di tensione.	d. Emettitore comune

CAPITOLO 11

RISPOSTE AL TEST FINALE # 2

1. b
2. a
3. d
4. Tensione in "A" = –0,6V

   Tensione in "D" = 0V
5. a. Base

   b. Collettore

   c. Emettitore

   d. Emettitore

   e. Base

   f. Collettore
6. a
7. Punto "A" – No. 3

   Punto "B" – No. 4
8. 1 – b

   2 – a

   3 – c

   4 – d

APPENDICE

SEZIONE	ARGOMENTI
I	Metodo per determinare la posizione della virgola nella conversione dei valori numerici.
II	Formule per svolgere i problemi su circuiti
III	Simboli schematici e codice dei colori dei resistori
IV	Notizie riassuntive su • Diodi • Transistori • Costanti di tempo • Circuiti R.C • Trasformatori • Raddrizzatori
V	Elenco dei materiali

SEZIONE I

METODO PER DETERMINARE LA POSIZIONE DELLA VIRGOLA

Per convertire un numero da un valore ad un altro bisogna:

- Identificare la posizione dei decimali nel numero iniziale.
- Determinare se il valore in cui volete convertire il numero iniziale è più grande o più piccolo del valore in cui è espresso il numero.
- Se il valore desiderato è più grande, spostate la virgola verso sinistra.
- Determinate di quante posizioni si deve spostare la virgola. Usate la Tavola di Conversione delle unità (Notate che la virgola si muove sempre di tre posizioni in tre posizioni - 3 posizioni, 6 posizioni, 9 posizioni, ecc.).

TAVOLA DI CONVERSIONE DELLE UNITA'

(come esempio è usato l'ampere)

1.000.000 Ampere (A) = 1 Megampere (MA)

1.000 Ampere (A) = 1Kiloampere (KA)

1 Ampere (A) = 1000 milliampere (mA)

1 Ampere (A) = 1.000.000 microampere (μA)

1 Ampere (A) = 1.000.000.000 Nanoampere (ηA)

1 Ampere (A) = 1.000.000.000.000 picoampere ($\mu\mu$A)

Esempio di problema di conversione.

Problema — Convertite 37 mA in Ampere.

Passo 1 — stabilite che mA indica i milliampere.

Passo 2 — stabilite se Ampere è un'unità di valore più grande dell'unità milliampere.

Passo 3 — stabilite che, poichè il valore desiderato è più grande, la virgola si deve spostare a sinistra della sua posizione attuale.

Passo 4 — stabilite di quante posizioni, di tre in tre, si deve spostare la virgola. Si può vedere che il rapporto tra milliampere ed ampere è 1000/1. Quindi concludete che la virgola si deve spostare di tre posizioni (per questo problema a sinistra).

Soluzione:

1. mA sono i milliampere
2. l'ampere è una unità più grande del milliampere
3. la virgola si deve spostare a sinistra
4. 0,037 ampere

Fate le seguenti conversioni:

a. 5μA = _____ A

b. 470 mA = _____ A

c. 2,2μF = _____ F

d. 4,5MΩ = _____ Ω

e. 3,3 KV = _____ V

f. 6μμF = _____ F

a. 0,000.005 A

b. 0,47 A

c. 0,000.0022 F

d. 4.500.000

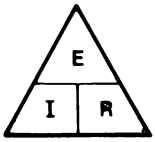
e. 3.300V

f. 0,000.000.000.006 F

SEZIONE II

FORMULE PER RISOLVERE I PROBLEMI SUI CIRCUITI

Legge di Ohm



E = Tensione in Volt

I = Corrente in Ampere

R = Resistenza in Ohm

$E = I \times R$

$I = \frac{E}{R}$

$R = \frac{E}{I}$

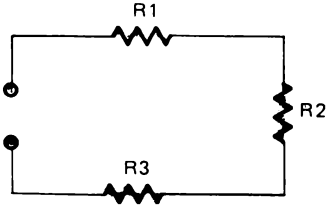
Potenza

P = Potenza in Watts

$P = I \times E$

RIASSUNTO DELLE CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI SERIE

- Un circuito serie è costituito da resistenze collegate in serie.
- I circuiti serie sono circuiti partitori di tensione.
- Resistenza totale.



$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

- La somma delle singole cadute di tensione su ciascun resistore è uguale alla tensione totale del circuito.
  E_t (totale) $= E_1 + E_2 + E_3 +$ etc.

- In un circuito serie la corrente è uguale in ogni punto.

RIASSUNTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN CIRCUITO PARALLELO

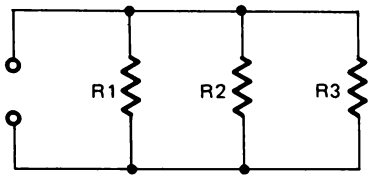
- I circuiti parallelo sono circuiti partitori di corrente.

- I circuiti parallelo sono costituiti da resistenze in derivazione.

- La somma di tutte le correnti che entrano in un modo è uguale alla corrente che esce dal nodo

  $I_t = I_1 + I_2 + I_3 +$ ecc.

- Resistenza totale

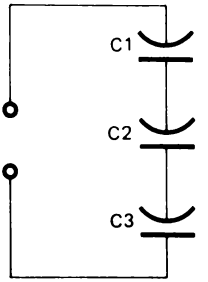


$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- La caduta di tensione sui rami in parallelo del circuito è la stessa.

Determinazione della capacità totale

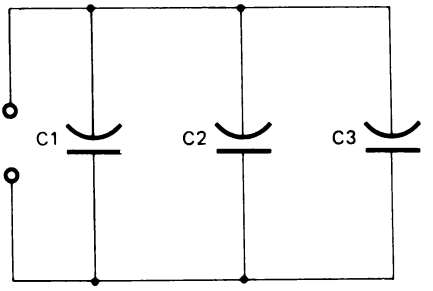
Condensatori in serie.



$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Quando condensatori uguali sono collegati in serie le loro singole tensioni possono essere sommate insieme per aver una tensione nominale più alta alla quale il condensatore, combinazione dei condensatori in serie, può funzionare.

Condensatori in parallelo

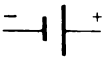


$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

SEZIONE III

SIMBOLI SCHEMATICI E CODICE COLORE DEI RESISTORI

Batteria

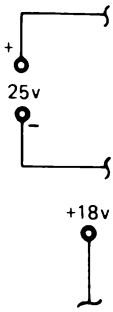


Questi simbolo identifica una batteria a cella singola. Notate che la sbarra più piccola rappresenta il terminale negativo, mentre la più lunga quello positivo. I segni (—) e (+) non sempre sono disegnati.

Batteria

Una batteria a celle multiple sarà rappresentata con l'aggiunta di coppie di sbarre. Normalmente verrà data la tensione.

Alimentatore



Un alimentatore o generatore di tensione può essere rappresentato in diversi modi. In questo libro l'alimentatore sarà indicato con questo simbolo.

Normalmente ne verrà data la polarità e la tensione.

Un generatore di tensione sarà indicato con questo simbolo e si assumerà riferito a massa se non specificato altrimenti.

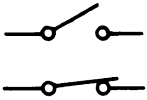
Massa

Questo simbolo indica la *massa*. Tutti i punti di un circuito contrassegnati con questo simbolo devono essere considerati allo stesso potenziale. Generalmente si può assumere questo potenziale pari a 0V.

Fusibile

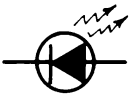
Questo simbolo indica un fusibile. Normalmente sono fornite indicazioni aggiuntive che dicono il tipo del fusibile ed il suo amperaggio o portata nominale.

Interruttore



Un interruttore può essere mostrato nella posizione di aperto o di chiuso.

Diodo a Emissione di Luce (LED)



Questo simbolo indica un diodo che emette luce se polarizzato direttamente ed è attraversato da una corrente di valore opportuno.

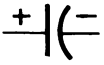
Resistore

Questo simbolo indica un resistore di valore fisso. Normalmente vengono forniti il valore e il wattaggio (potenza dissipabile) del resistore.

Potenziometro

Questo simbolo indica un potenziometro, detto anche resistore variabile. La freccia indica il cursore spostabile o terminale.
Viene dato il valore del potenziometro.

Condensatore

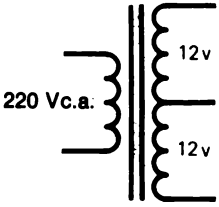


Questo simbolo indica un condensatore di valore fisso.

Induttore

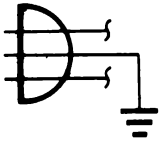
Un induttore chiamato anche bobina, è indicato con questo simbolo. A volte è indicato il tipo di materiale (nucleo) attorno a cui la bobina è avvolta.

Trasformatore



Un trasformatore può avere più di un avvolgimento secondario. Questo trasformatore ha un primario a 210 Vca ed un secondario a presa centrale a 24 Vca.

Cavo di Alimentazione



Questo simbolo indica normalmente un cavo di alimentazione da 210 Vca. Il filo con il simbolo di massa indica il conduttore *verde* di terra.

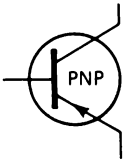
Diodo

Questo simbolo indica un diodo. La direzione della freccia e il trattino indicano la sua polarità nel circuito.

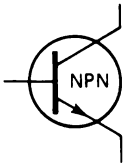
Diodo Zener

La forma del trattino distingue questo tipo di diodo dai diodi convenzionali.

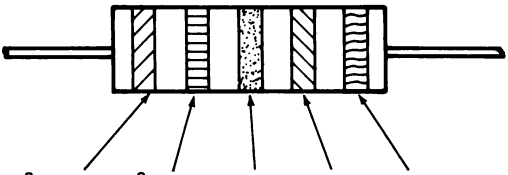
Transistore



Ci sono due tipi fondamentali di transistori, il tipo PNP ed il tipo NPN. La direzione della freccia distingue i due tipi tra loro.



Codice dei colori dei resistori



1ª Cifra 2ª Cifra Zeri Tolleranza Stabilità a lungo termine

Colore	Numero	Colore	Numero
Nero	0	Verde	5
Marrone	1	Blu	6
Rosso	2	Viola	7
Arancione	3	Grigio	8
Giallo	4	Bianco	9

SEZIONE IV

NOTIZIE RIASSUNTIVE

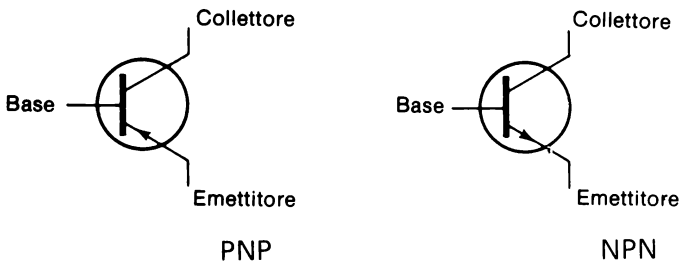
Diodi

- Prima che il diodo possa condurre l'anodo deve essere più positivo del catodo.
- Si dice che, quando è in conduzione, la caduta di tensione su un diodo al silicio è di 0,6V.

Diodo Zener

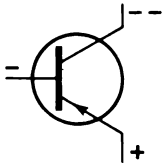
- Un diodo Zener polarizzato inversamente ha una tensione nominale di Zener al cui valore si ha l'effetto valanga.
- Il diodo Zener quando è in conduzione con polarizzazione inversa manterrà sul catodo una tensione pari al valore nominale.
- Con polarizzazione diretta, il diodo Zener funziona come ogni altro diodo.

Transistori

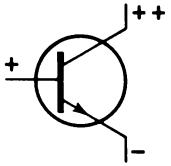


Condizioni perchè il transistore conduca

PNP = La base deve essere più negativa dell'emettitore. Il collettore deve essere più negativo della base.



NPN = La base deve essere più positiva dell'emettitore. Il collettore deve essere più positivo della base.



Costanti di tempo

- Una costante di tempo è il tempo che impiega un condensatore (in un circuito R-C) a raggiungere o a scendere ad un potenziale pari al 63,2% del valore della tensione applicata.

- Calcolo del valore di una costante di tempo.

  T (tempo in secondi) = R (resistenza in Ohm) x C (capacità in farad)

  T = R x C

- Valore che si raggiunge o a cui si scende

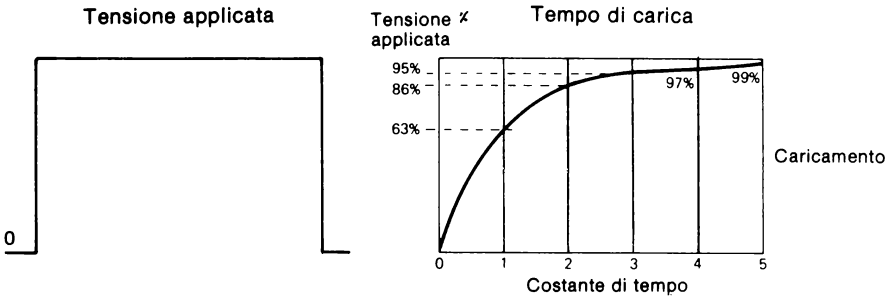
  1 TC 63,2% del massimo

  2 TC 86,5% del massimo

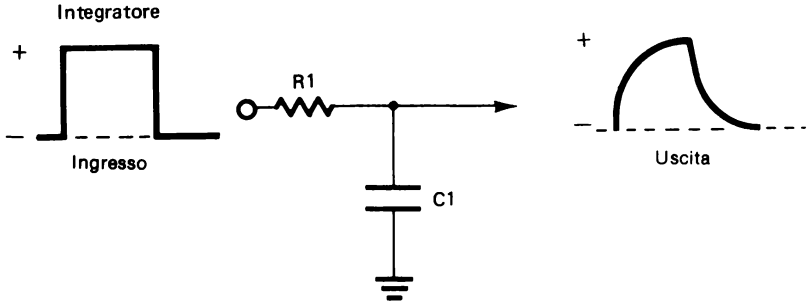
  3 TC 95,0% del massimo

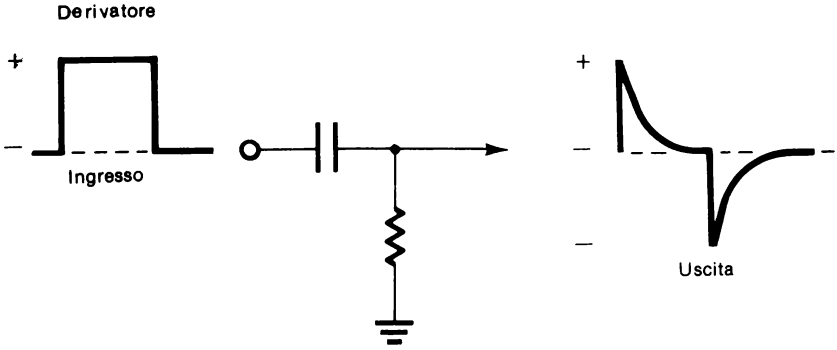
  4 TC 97,4% del massimo

  5 TC 99,0% del massimo (in pratica 100%)


Tensione applicata
0
Tensione % applicata
Tempo di carica
95%
86%
63%
97%
99%
Caricamento
0
1
2
3
4
5
Costante di tempo

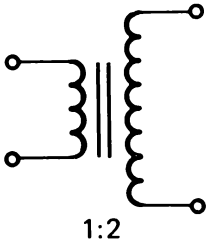
Circuiti R-C


Integratore
+
–
Ingresso
R1
C1
+
–
Uscita


Derivatore
+
–
Ingresso
+
–
–
Uscita

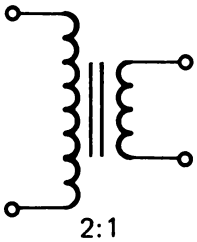
Trasformatori

Rapporto di tensione in "su".

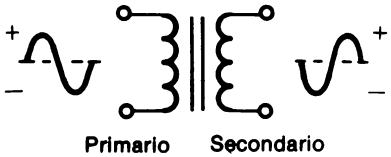


Aumenta la tensione, diminuisce la corrente.

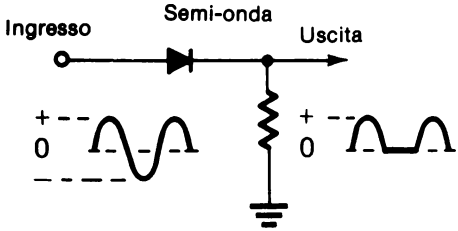
Rapporto di tensione in "giù".

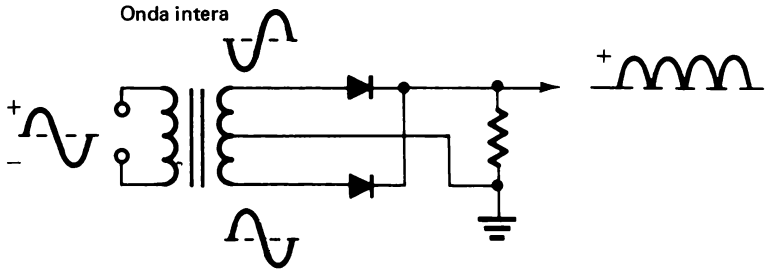


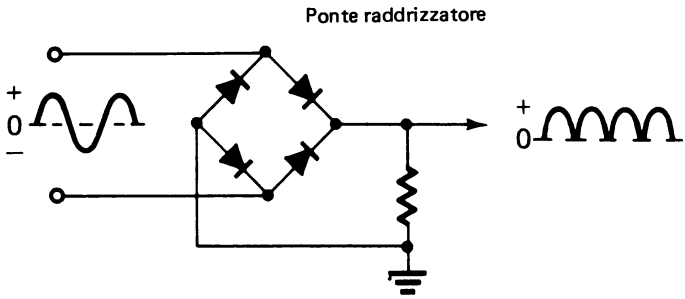
Diminuisce la tensione, aumenta la corrente.



Raddrizzatori




Onda intera
+
–
+


Ponte raddrizzatore
+
0
–
+
0

SEZIONE V

ELENCO DEI MATERIALI

Nel seguito sono riportati gli elenchi dei materiali richiesti in ciascun capitolo del libro.

CAPITOLO 4

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 1KΩ
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 1 KΩ
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Filo conduttore

CAPITOLO 5

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 470Ω
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Resistore da 2,2 KΩ
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 470Ω
Filo conduttore

Esperimento 4

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Resistore da 1 KΩ
Resistore da 2,2 KΩ
Resistore da 4,7 KΩ
Filo conduttore

CAPITOLO 6

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 2,2 KΩ
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Resistore da 2,2 KΩ
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 1 MΩ
Filo conduttore

CAPITOLO 7

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Resistore da 1 KΩ
Resistore da 2,2 KΩ
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Tre resistori da 10 KΩ
Resistore da 470Ω
LED
Filo conduttore

CAPITOLO 8

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 1 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 1 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Filo conduttore

Esperimento 4

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Condensatore da 0,01μF
Condensatore da 0,1μF
Filo conduttore

Esperimento 5

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Condensatore da 0,01μF
Condensatore da 0,1μF
Condensatore da 0,33μF
Filo conduttore

Esperimento 6

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 10μF
Condensatore da 1μF
Condensatore da 0,1μF
Condensatore da 0,033μF
Condensatore da 0,01μF
Condensatore da 0,001μF
Filo conduttore

CAPITOLO 10

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 1 KΩ
Due diodi 1N914
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
Resistore da 470Ω
Diodo 1N914
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Due resistori da 4,7 KΩ
Diodo 1N914
Filo conduttore

Esperimento 4

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,01μF
Condensatore da 0,033μF
Due diodi 1N914
Filo conduttore

Esperimento 5

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Tre diodi 1N914

Esperimento 6

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 470Ω
Due diodi 1N914
LED
Filo conduttore

Esperimento 7

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
Resistore da 1 KΩ
Diodo Zener 1N755
Filo conduttore

Esperimento 8

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 1 KΩ
Diodo Zener 1N755
Filo conduttore

Esperimento 9

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Condensatore da 0,1μF
Condensatore da 1,0μF
Condensatore da 3,3μF
Condensatore da 10μF
Diodo 1N914
Filo conduttore

CAPITOLO 11

Esperimento 1

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 1 KΩ
Resistore da 4,7 KΩ
Condensatore da 3,3μF
Transistore 2N2218A
Filo conduttore

Esperimento 2

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 1 KΩ
Resistore da 4,7 KΩ
Transistore 2N2905
Filo conduttore

Esperimento 3

OA-3 Op-Amp Designer
Tester
Resistore da 220Ω
Resistore da 22 KΩ
Transistore 2N2218A
LED
Filo conduttore

Esperimento 4

OA-3 Op-Amp Designer
Oscilloscopio
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 47Ω
Due resistori da 470Ω
Condensatore da 0,033μF
Transistore 2N2218A
Filo conduttore

Esperimento 5

OA-3 Op-Amp Designer
LR-31 Function Generator Outboard
Resistore da 220Ω
Resistore da 470Ω
Resistore da 4,7 KΩ
Resistore da 10 KΩ
Condensatore da 0,033μF
Condensatore da 1μF
Transistore 2N2218A
Filo conduttore

CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

TEST FINALE

ISTRUZIONI

I quesiti di questa prova si basano sugli obiettivi dati nel *Corso di Elettronica Fondamentale NCR*. Essi hanno lo scopo di provare come avete capito alcuni argomenti e la vostra capacità nell'usare ciò che avete imparato per determinare gli effetti elettrici nei circuiti elettronici fondamentali.

Prima di svolgere la prova leggete completamente le istruzioni che seguono:

- Prima di rispondere leggete con cura ogni domanda.
- Segnate con un cerchietto la risposta esatta nelle scelte multiple e nelle domande di tipo vero-falso.
- Nelle domande che richiedono una risposta scritta o calcolata, scrivete le risposte nello spazio apposito.
- Dite sempre in che unità si da la risposta. Per esempio: 2A, 14 mA, 0,1μF, 25V, 2,2 KΩ oppure 2.200Ω.
- Riferitevi alla *Pagina delle Figure*, quando un quesito fa riferimento a una determinata figura.
- Non stimate o arrotondate i valori, finchè non vi sarà detto di farlo.
- Mentre svolgete la prova non fate riferimento ai materiali di studio del corso di Elettronica Fondamentale.

CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE
TEST FINALE
PAGINA DELLE FIGURE

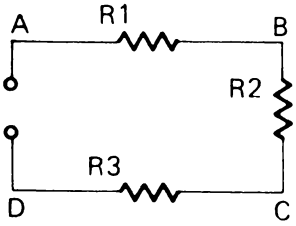


Figura 1

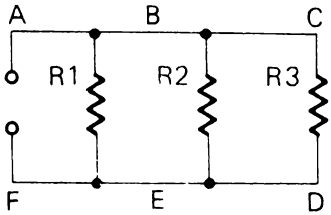


Figura 2

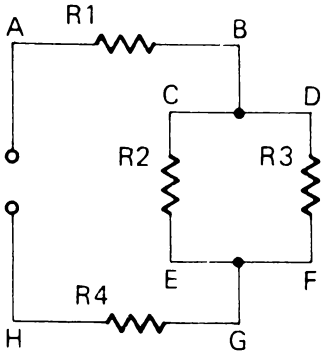


Figura 3

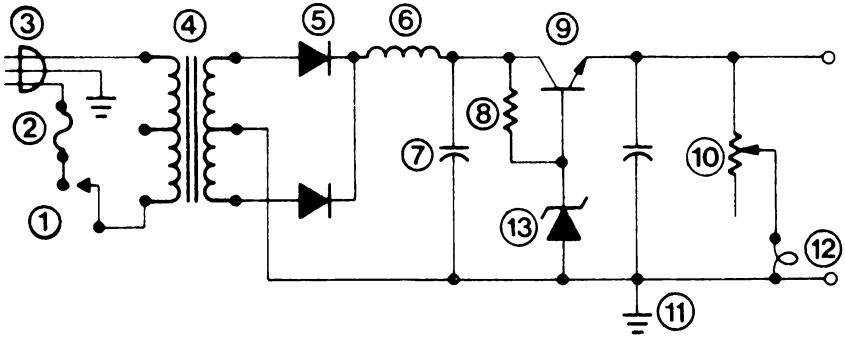


Figura 4

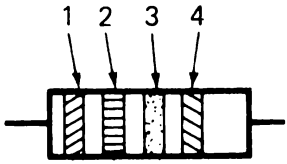


Figura 5

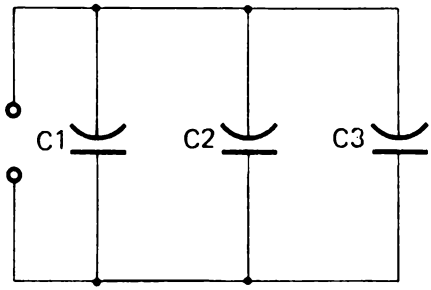


Figura 6

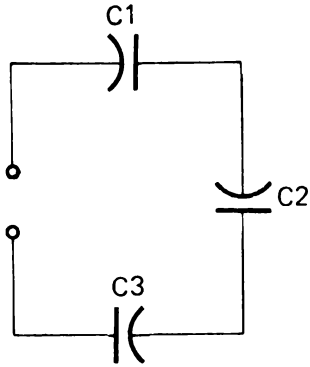


Figura 7

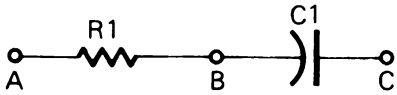


Figura 8

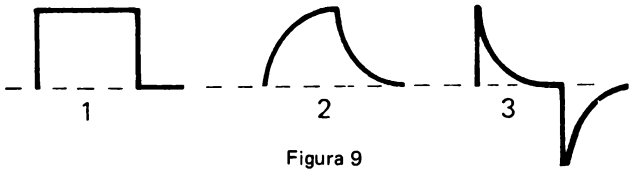


Figura 9

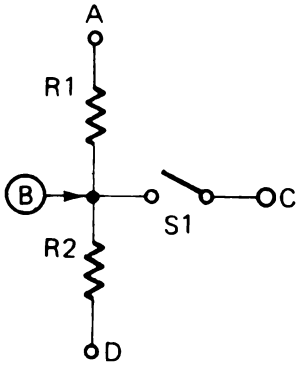


Figura 10

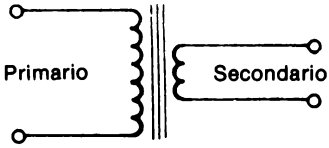


Figura 11

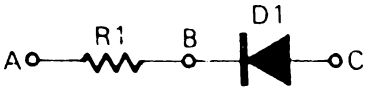


Figura 12

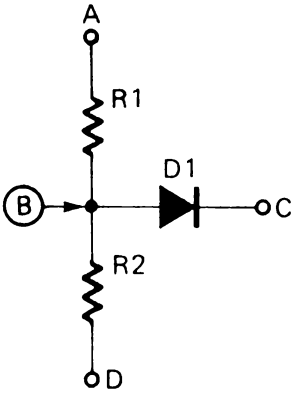


Figura 13

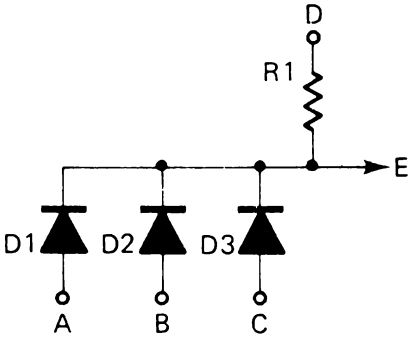


Figura 14

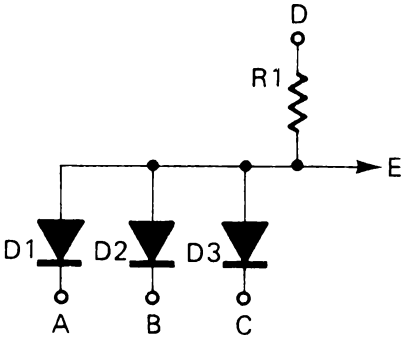


Figura 15

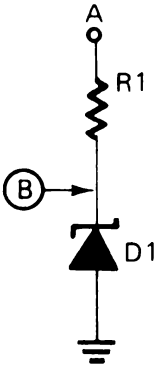


Figura 16

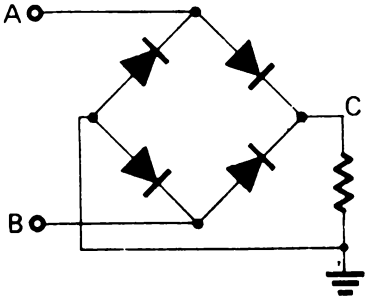


Figura 17

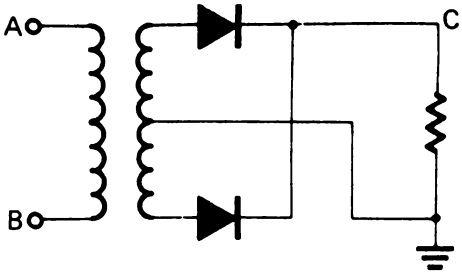


Figura 18

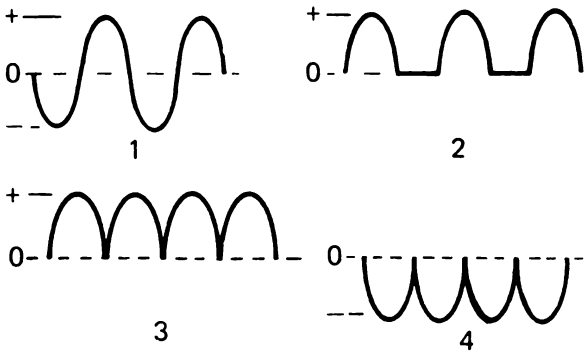


Figura 19

Figura 20

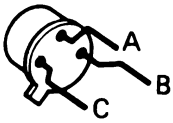


Figura 21

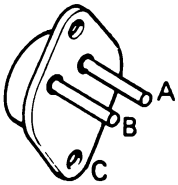


Figura 22

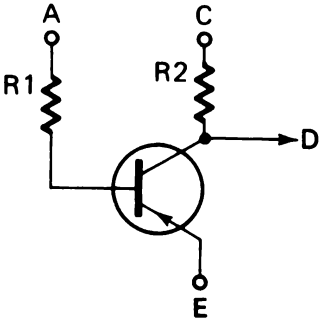


Figura 23

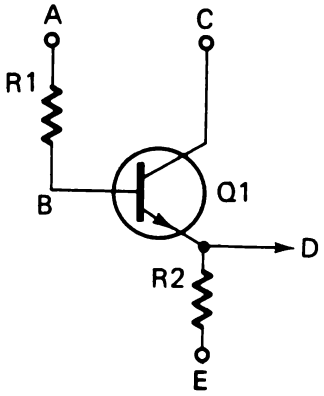


Figura 24

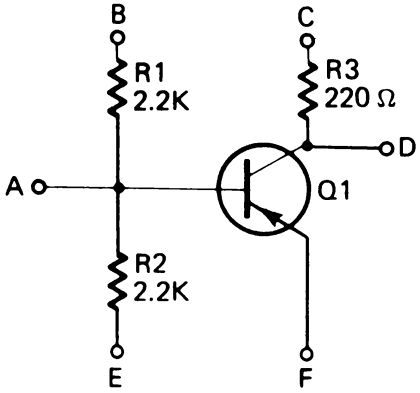


Figura 25

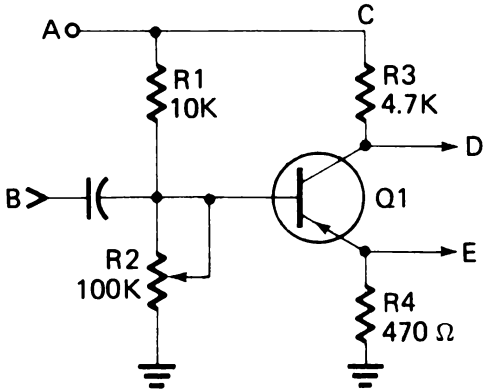


Figura 26

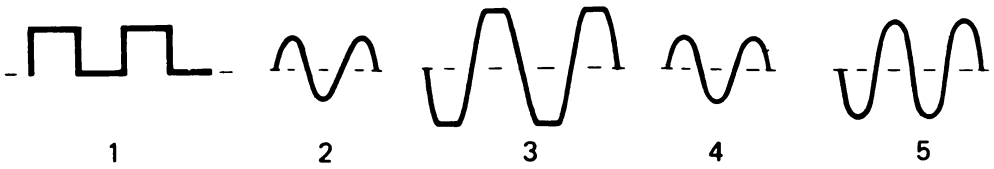


Figura 27

1. Quale delle seguenti affermazioni definisce meglio la corrente elettrica.
   A. Un movimento casuale di elettroni.
   B. Un movimento continuo di elettroni che vanno dal negativo al positivo.
   C. Un movimento continuo di elettroni che vanno dal positivo al negativo.
   D. Un movimento casuale di protoni.

2. Di quale tipo di circuito è un esempio la Figura 3?
   A. Circuito serie
   B. Circuito parallelo
   C. Circuito serie-parallelo

3. La teoria dell'elettrone afferma che il flusso elettrico va dal negativo al positivo.
   A. Vero
   B. Falso

4. Un punto con mancanza di elettroni è caricato
   A. Positivamente
   B. Negativamente
   C. Non ha carica

5. Un materiale privo di elettroni liberi è detto
   A. Semiconduttore
   B. Resistore
   C. Isolante

6. L'unità di misura della corrente è:
   A. L'ampere
   B. Il Farad
   C. Il Volt
   D. L'Ohm

7. Riferitevi alla Figura 4. Associate i componenti della Figura 4 con i nomi dati qui sotto.
   A._____ Diodo
   B._____ Potenziometro
   C._____ Condensatore
   D._____ Fusibile

8. Riferitevi alla Figura 5. Quant'è la resistenza e la tolleranza quando gli anelli sono colorati come segue:
   1 = Verde, 2 = Blu, 3 = Nero, 4 = Oro

9. Riferitevi alla Figura 5. Quant'è la resistenza e la tolleranza quando gli anelli sono colorati come segue:
   1 = Marrone, 2 = Nero, 3 = Arancione, 4 = Argento

10. Quando si adopera un tester per misurare tensione o corrente, il VOM deve essere collegato:
    A. Al punto più positivo
    B. Al punto più negativo

11. Se in un circuito la tensione resta costante e la resistenza aumenta, cosa succede alla corrente?
    A. La corrente resta costante.
    B. La corrente aumenta
    C. La corrente diminuisce

12. La resistenza totale di un circuito parallelo è:
    A. Maggiore del più grande dei singoli resistori
    B. La somma di ogni resistore
    C. Minore del più piccolo dei singoli resistori
    D. Il valore medio di tutti i resistori

13. Riferitevi alla Figura 1. R_1 = 2 KΩ, R_2 = 3 KΩ, R_3 = 5 KΩ, A = +20V, D = GND.
    Quant'è la corrente nel circuito?

14. Riferitevi alla Figura 1. R_1 = 2 KΩ, R_2 = 3 KΩ, R_3 = 5 KΩ.
    Quant'è la resistenza totale del circuito?

15. Riferitevi alla Figura 2. R_1 = 2 KΩ, R_2 = 3 KΩ, R_3 = 4 KΩ.
    La corrente su R_1 è 6 mA. Quant'è la corrente totale del circuito?

16. Quanti watt di potenza dissipa un resistore da 1 KΩ se la tensione ai suoi capi è di 20V?

17. In un circuito serie la resistenza totale è:
    A. Minore del più piccolo dei singoli resistori.
    B. Uguale alla somma di tutti i resistori.
    C. Uguale alla somma dei reciproci dei singoli resistori.

18. Riferitevi alla Figura 2. R_1 = 16Ω, R_2 = 16Ω, R_3 = 8Ω. Quant'è la resistenza totale di questo circuito?

19. Riferitevi alla Figura 1. R_1 = 3 KΩ, R_2 = 2 KΩ, R_3 = 1 KΩ, A = +12V, D = –6V. Che valore hanno le tensioni nei punti B e C?
    Tensione in B _____
    Tensione in C _____

20. Riferitevi alla Figura 2. R_1 = 8 KΩ, R_2 = 40 KΩ, R_3 = 60 KΩ. Quant'è la resistenza totale di questo circuito?

21. Riferitevi alla Figura 3. Supponete che R_1, R_2, R_3 ed R_4 siano tutti resistori da 10Ω. A = +25V. H = GND. Quant'è la tensione misurata in "G"?

22. Riferitevi alla Figura 10. R_1 = 500Ω, R_2 = 1,5 KΩ, A = +4V, C = –4V, D = –12V. Quant'è la tensione misurata in "B" quando S_1 è aperto e quando è chiuso?
    S_1 aperto, B = _____
    S_1 chiuso, B = _____

23. Riferitevi alla Figura 8. C_1 = 100μF, R_1 = 8 KΩ. Quant'è la costante di tempo R/C di questo circuito?

24. Riferitevi alle Figure 8 e 9. In Figura 8, supponete che "A" sia l'ingresso, "B" l'uscita, e "C" sia collegato a massa. Se una la forma d'onda 1 è applicata in "A", che segnale vi aspettate di vedere in "B"?
    A. n. 1
    B. n. 2
    C. n. 3

25. Riferitevi alla Figura 6. $C_1 = 3{,}3\mu F$, $C_2 = 3{,}3\mu F$, $C_3 = 3{,}3\mu F$. Quant'è la capacità totale di questo circuito?

26. Riferitevi alla Figura 7. $C_1 = 6$ mF, $C_2 = 6$mF, $C_3 = 6$ mF. Quant'è la capacità totale di questo circuito?

27. Riferitevi alla Figura 9. Quali delle tre forme d'onda vi aspettereste di vedere all'uscita di un circuito differenziatore?
    A. n. 1
    B. n. 2
    C. n. 3

28. Quali delle seguenti affermazioni è applicabile ad un condensatore di un circuito c.c. (a corrente continua)?
    A. Il condensatore blocca la corrente c.c.
    B. Il condensatore fa passare la corrente c.c.
    C. Il condensatore non ha nessun effetto sul circuito.

29. Riferitevi alla Figura 11. Se il primario ha 10 spire per ogni spira del secondario, quale sarebbe la tensione d'uscita se il primario è collegato a 120 Vca?

30. L'induttanza si può definire come:
    A. La tensione applicata a una bobina
    B. La resistenza alla variazione della corrente
    C. La corrente c.a.
    D. L'azione del trasformatore

31. Riferitevi alla Figura 12. A = GND, C = +10V, D_1 è:
    A. Polarizzato direttamente
    B. Polarizzato inversamente.

32. Per polarizzare direttamente un diodo, il catodo deve essere positivo rispetto all'anodo.
    A. Vero
    B. Falso

33. Riferitevi alla Figura 13. R_1 = 2 KΩ, R_2 = 2 KΩ, A = +10V, C = +2V, D = GND, D_1 è un diodo al silicio. Quant'è la tensione in "B"?

34. Riferitevi alla Figura 14. D = –12V, R_1 = 4,7 KΩ, A = +5V, B = +2V, C = +2V. Quant'è la tensione in "E"?
    A. +2V
    B. +5V
    C. –12V

35. Riferitevi alla Figura 15. D = +10V, R = 5 KΩ. Quali delle seguenti condizioni da in "E" +5V?
    A. A = +5V, B = +5V, C = +5V
    B. A = 0V, B = +5V, C = +5V
    C. A = 0V, B = 0V, C = 0V.

36. Riferitevi alla Figura 16. A = –12V, R_1 = 10 KΩ, D_1 ha una tensione di Zener di 8V.
    La tensione in B è:
    A. +8V
    B. –8V
    C. –12V
    D. –0,6V

37. Riferitevi alla Figura 16. A = +20V, R_1 = 3,3 KΩ, D_1 è uno Zener da 6V. La tensione in B è:
    A. +6V
    B. +0,6V
    C. +20V

38. Riferitevi alla Figura 12. A = +10V, B = 5 KΩ, C = GND. Che tensione misurerà in "B"?

39. La Figura 18 rappresenta un raddrizzatore a semionda.
    A. Vero
    B. Falso

40. Riferitevi alle Figure 17 e 19. Se nei punti "A" e "B" della Figura 17 è applicato il segnale 1 (Fig. 19), che segnale vi aspettereste di vedere in "C"?
    A. Il segnale 2
    B. Il segnale 3
    C. Il segnale 4

41. Riferitevi alla Figura 22. Contrassegnate i terminali di questo transistore
    A. _____
    B. _____
    C. _____

42. Riferitevi alla Figura 25. Questo transistore è un transistore:
    A. NPN
    B. PNP

43. Riferitevi alla Figura 23. Quali dei seguenti gruppi di tensioni polarizzerà appropriatamente questo transistore perchè esso possa condurre?
    A. A = +5V, C = –10V, E = GND
    B. A = +10V, C = +5V, E = +20V
    C. A = –5V, C = –10V, E = –20V

44. Riferitevi alla Figura 24. Quali dei seguenti gruppi di tensione polarizzerà appropriatamente questo transistore perchè esso possa condurre?
    A. A = +5V, C = +10V, E = +20V
    B. A = –5V, C = –10V, E = +20V
    C. A = 0V, C = +10V, E = –10V

45. Riferitevi alla Figura 25. B = GND, C = GND, E = +10V, F = +10V. Che tensione vi aspettereste di vedere in "D"?
    A. 0V
    B. +5V
    C. +10V

46. Riferitevi alla Figura 24. In che configurazione è collegato questo transistore?
    A. A collettore comune
    B. Ad emettitore comune
    C. A base comune

47. Riferitevi alla Figura 25. B = –12V, C = –20V, E = GND, F = GND. Che tensione vi aspettereste di vedere in "A"?
    A. 0V
    B. –6V
    C. –0,6V
    D. –20V

48. Un circuito a collettore comune da un piccolo guadagno di corrente.
    A. Vero
    B. Falso

49. Riferitevi alle Figure 26 e 27. Supponete che questo circuito funzioni in classe "A". Il segnale 2 (Figura 27) è applicato al punto "B". Che segnale vi aspettereste di vedere sull'uscita "D".
    A. 1
    B. 2
    C. 3
    D. 4
    E. 5

50. Un transistore che lavora in Classe "A" funzionerà
    A. Tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungerle.
    B. In saturazione ed interdizione.
    C. In interdizione ma non in saturazione.

CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE
TEST FINALE – RISPOSTE

1. B. Un movimento continuo di elettroni che vanno dal negativo al positivo.
2. C Circuito serie-parallelo.
3. A. Vero
4. A. Positivamente
5. C. Isolante
6. A. Ampere
7. A. = 5 Diodo
   B. = 10 Potenziometro
   C. = 7 Condensatore
   D. = 2 Fusibile
8. 56Ω 5%
9. 10 KΩ oppure 10.000Ω 10%
10. A. Al punto più positivo
11. C. La corrente diminuisce
12. C. Minore del più piccolo dei singoli resistori
13. 2 mA oppure 0,002 A
14. 10 KΩ oppure 10.000Ω
15. 13 mA oppure 0,013 A
16. 400 mW oppure 0,4 W
17. B. Uguale alla somma di tutti i resistori
18. 4Ω
19. Tensione in B = +3V, Tensione in C = –3V
20. 6 KΩ oppure 6.000Ω
21. 10V
22. S_1 aperto, B = 0V
    S_1 chiuso, B = –4V
23. 800 ms oppure 0,8 s
24. B. 2
25. 9,9μF

26. 2mF
27. C. 3
28. A. Il condensatore blocca la corrente c.c.
29. 12V
30. B. La resistenza alla variazione della corrente.
31. A. Polarizzato direttamente
32. B. Falso
33. B. = +2,6V (la risposta vale mezzo punto se rispondete B = +2V)
34. B. +5V
35. A. A = +5V, B = +5V, C = +5V
36. D. –0,6V
37. A. +6V
38. B. = +10V
39. B. Falso
40. B. Il segnale 3
41. A. Emettitore
    B. Base
    C. Collettore
42. B. PNP
43. B. A = +10V, C = +5V, E = +20V
44. C. A = 0V, C = +10V, E = –10V
45. C. +10V
46. A. A collettore comune
47. C. –0,6V
48. B. Falso
49. E. 5
50. A. Tra la saturazione e l'interdizione senza raggiungerle.

A

Abbassare - Alzare, 9-12/9-13
Alimentatore
  simbolo schematico, 2-6; A-7
Ampere, 1-10
Amplificatore
  classe A, 11-33/11-34
  classe C, 11-33
  Esperimenti, 11-34/11-40
AND (Circuito AND), 10-28
  Esperimenti, 10-30/10-32
Aperto (Circuito aperto) 1-15/1-16
Armatura, 9-8

B

Base (transistore), 11-7
Batteria, 2-5, A-6/A-7
Bobina - vedi Induttore
Breadboard, 3-5/3-6

C

Campo magnetico, 9-6
Capacità, 8-7
  unità di misura, 8-8
Cavo di alimentazione, 2-8; A-8
Circuito
  definizione, 1-15
  formule, A-4/A-6
  aperto, 1-15/1-16
  parallelo, 1-16/1-17
  serie, 1-16
  serie-parallelo, 1-17
  di blocco, 7-21/7-22; 10-21/10-22
    esperimento, 7-29/7-30
  di taglio, 10-22/10-24
  a collettore comune, 11-27
    esperimento, 11-30/11-33
  ad emettitore comune, 11-26
  logico, 10-27
Classe A (amplificatore), 11-33/11-34
Classe C (amplificatore), 11-33
Collettore (transistore) 11-7
Codice colore (resistore), 2-14; A-9
Condensatore
  definizione, 8-6
  filtro, 10-38/10-39
  serie e parallelo 8-10; A-6
  simbolo schematico, 2-7; A-8
  usi del, 8-43/8-45
  di blocco, 8-43
  di accoppiamento, 8-43/8-45
Conduttività, 1-12
Conduttore, 1-12
Corrente
  definizione, 1-10
  alternata, 9-8
  controllo (dei transistori), 11-23/11-26
Costante di tempo, 8-25/8-27
  sommario delle, A-11/A-12
  esperimenti, 8-31/8-28

D

Decimale (sistemazione dei decimali), A-2
Designer OP-Amp OA-3, 3-4/3-7
Dielettrico
  definizione, 8-7
  costante, 8-8
Differenziatore (circuito), 8-38; 8-40; A-12
Diodo
  di blocco, 10-21/10-22
  di taglio, 10-22/10-24
  costruzione, 10-16/10-17
  funzionamento, 10-8/10-11
  simbolo schematico, 1-8; 10-7; A-8
  sommario delle caratteristiche, A-10
  caratteristiche di tensione e corrente, 10-11; 10-15
Drogaggio, 10-8

E

Elenco dei materiali per gli Esperimenti, A-15-A-21
Elettrone
  di legame, 1-8
  flusso, 1-9/1-10
  teoria, 1-10
  libero, 1-8
Emettitore (transistore) 11-7
Emitter follower, 11-27

F

Farad, 8-8
Filtraggio (condensatore di),8-45
  esperimento, 10-38/10-39
Formula (sommario delle formule), A-4/A-6
Forza Elettro Motrice (F.E.M.), 1-11/1-12
  F.E.M. indotta, 9-6
Frequenza, 8-21
Fusibile, 2-7; A-7

G

Generatore, 9-9/9-10
Generator LR-31
  morsetti di potenza, 8-19
  generatore di onde sinusoidali/triangolari 8-19/8-20; 8-24
Giunzione P-N, 10-9/10-11

H

Henry, 9-7
Hertz (Hz), 8-21

I

Induttanza, 9-7/9-8
Induttore, 2-7; A-8
Integratore (circuito), 8-38/8-39; A-12
Interruttore, 2-7; A-7
Isolante, 1-12

K

Kilohm (KΩ), 2-11
Kirchoff
legge della corrente, 6-6
legge della tensione, 5-6; 5-8
Kit per Esperimenti di Elettronica Fondamentale, 3-1

L

Lacuna, 10-9
Lampada, 2-7
LED
esperimenti, 10-32/10-33
simbolo schematico, A-7
Legge di Ohm
esperimenti, 4-23/4-27
formule, 4-5/4-6; 7-6; A-4
triangolo, 4-8
Livelli logici, 10-28
Logici (circuiti), 10-27
circuito AND, 10-28; 10-30/10-32
circuito OR, 10-29/10-30; 10-32/10-33
LR-31 Generator

M

Massa, 2-6; A-7
Megaohm (MΩ), 2-11
Microfarad, 8-8

N

Neutroni, 1-7
NPN (transistore), 11-7
Nucleo (dell'atomo), 1-7

O

Ohm, 1-18; 2-12
Onda quadra, 8-20
OP-Amp OA-3 Designer
OR (circuito OR), 10-29/10-30
esperimenti, 10-32/10-33
Oscilloscopio
misure di tempo, 8-17/8-22
misure di tensione, 8-13/8-17

P

Parallelo (circuito parallelo), 1-16/1-17; 6-6 6-7; 7-11/7-13
esperimenti, 6-21/6-28
sommario delle caratteristiche, A-5
Periodo (di un segnale), 8-21
Picofarad (pF), 8-8
Polarizzazione
diodo, 10-10/10-12; 10-15/10-16
esperimento, 10-12/10-13
Transistore, 11-8/11-10
NPN, 11-12/11-18
PNP, 11-18/11-20
Poli, 9-9
PNP (transistore), 11-7
Potenza, 4-17
formule, 4-18/4-20; A-4
Potenziale - vedi F.E.M.
Potenziometro, 2-7; A-8
Primario (avvolgimento primario del trasformatore), 9-11
Proporzionale (Metodo proporzionale - partitore di tensione), 5-13
Protoni, 1-7

R

R-C (circuito R-C)
differenziatore, 8-38; 8-40; A-12
integratore, 8-38/8-39; A-12
Raddrizzatore
a onda intera, 10-41/10-42; A-14
a semionda, 8-38/8-39; A-12
a ponte, 10-41/10-42; A-14
Resistenza, 1-17/1-18; 2-12
Resistore, 1-12
a carbone, 2-14
codici colori, 2-14; A-9
simbolo schematico, 2-7; A-8
tipi di, 2-11

S

Secondario (del trasformatore), 9-11/9-12
Secondari multipli (trasformatore), 9-13/9-14
Semiconduttore
tipo N, 10-8/10-9
tipo P, 10-9
Serie (circuito), 1-16; 5-5/5-7; 7-7/7-8
esperimenti, 5-14/5-25
sommario delle caratteristiche, A-4/A-5
Serie-parallelo (circuito), 1-17; 7-15/7-17
esperimenti, 7-25/7-28
Sorgente
di elettricità, 1-10/1-11
di tensione, 2-6
Stabilità a lungo termine (anello di stabilità a lungo termine), 2-17
Stima dei valori
nei circuiti parallelo, 6-18
nei circuiti serie, 4-21
Struttura atomica; 1-7/1-9

T

Tensione, 1-12
Tensione e corrente (caratteristiche), 10-11; 10-15
Tensione di breakdown (perforazione), 8-9
Teoria del flusso convenzionale della corrente, 1-10; 10-7
Tester (uso), 3-8/3-9
Tolleranza
condensatore; 8-9
resistore, 2-15/2-16
Transistori
polarizzazione, 11-8/11-10
circuito a collettore comune, 11-17
esperimenti su circuiti a collettore comune, 11-30/11-35

circuito a emettitore comune, 11-26
controllo di corrente, 11-23/11-26
simbolo schematico, 2-8; 11-7
tipi di, 11-8; A-9
sommario delle caratteristiche, A-10/A-11
Trasformatore, 9-11/9-13
funzionamento, 9-11
simbolo schematico, 2-8; A-8
a presa centrale, 9-13
sommario, A-13

U

Unità di conversione (tavola delle unità di conversione), A-2

V

Valanga, 10-15
Volt, 1-11

W

Watt, 4-17

Z

Zener (diodo)
descrizione, 10-34
simbolo schematico, 2-8; A-9
sommario delle caratteristiche, A-10
esperimenti, 10-35/10-37

L. 15.000
(14151)

Edizione italiana del NCR Basic Electronics Course
with esperiments

TM = Trade Mark della Nanotran, Inc.
® = Marchio Registrato della E & L Instruments, Inc.

14

CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE

CON ESPERIMENTI

a cura del
Technical Education Department
Marketing Education and
Publications Division
The National Cash Register Co.

JACKSON ITALIANA EDITRICE